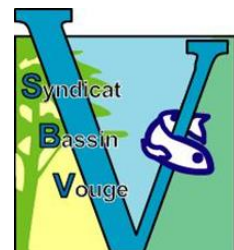




## **AMELIORATION DE L'HYDROMORPHOLOGIE DE LA CENT FONTS NON CANALISEE AU REGARD DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DU MAINTIEN DES PRELEVEMENTS EN NAPPE**

## **RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ BIOLOGIQUE AU DROIT DU MOULIN BRUET**

**RAPPORT PHASE 1 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION  
DES AMENAGEMENTS (VOLET CONTINUE)**



**ARTELIA Ville & Transport**

**Agence de Dijon**

1/3 Allée André Bourland  
21000 DIJON


Tel. : +33 (0)3 80 78 95 50

**MAITRISE D'OUVRAGE**  
Syndicat du Bassin Versant de la Vouge  
25 Avenue de la gare

**21 220 GEVREY-CHAMBERTIN**

AMELIORATION DE L'HYDROMORPHOLOGIE DE LA CENT FONTS NON CANALISEE AU  
 REGARD DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DU MAINTIEN DES PRELEVEMENTS EN  
 NAPPE  
 RESTAURATION DE LA CONTINUITE BIOLOGIQUE AU DROIT DU MOULIN BRUET  
**RAPPORT PHASE 1 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DES AMENAGEMENTS (VOLET CONTINUE)**

---

 Passion & Solutions 1/3 allée André Bourland 21 000 DIJON Tél. : 03 80 78 95 50	N° Affaire	4 16 1738				Etabli par	Vérifié par	Date du contrôle
	Pole	FLU						
	Date	Novembre 2017				DRI	NDU	Octobre 2017
	Indice	A	B	C	D			

## SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	<b>9</b>
<b>Section 1 Rappel du contexte</b>	<b>11</b>
<b>1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	<b>12</b>
1.1. DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU ET OBJECTIFS	12
1.2. RESTAURATION DE LA CONTINUITE PISCICOLE	13
1.2.1. Classement des cours d'eau	13
1.2.1.1. LOI DE 1865 : PREMIER CLASSEMENT DES COURS D'EAU	13
1.2.1.2. LOI DU 16 OCTOBRE 1919 ADAPTEE PAR LA LOI DE 1980 : COURS D'EAU « RESERVES »	13
1.2.1.3. LOI PECHE DE 1984 : NOTION D'EFFICACITE DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE	13
1.2.1.4. LEMA DE 2006 : NOUVEAU CLASSEMENT DES COURS D'EAU	13
1.2.2. Classement des ouvrages	15
1.2.2.1. GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT : NOTION DE « TRAME VERTE ET BLEUE »	15
1.2.2.2. PLAN NATIONAL D'ACTION POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU	16
1.2.3. Notion de « réservoir biologique »	17
1.3. LES PLANS DE GESTION PARTICULIERS	17
1.4. NOTION DE DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE (DMB)	17
<b>2. RAPPELS SUR LA REGLEMENTATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES</b>	<b>19</b>
2.1. RAPPEL - DEVOIRS ET OBLIGATIONS DES PROPRIETAIRES D'OUVRAGES HYDRAULIQUES	19
2.2. LE REGLEMENT D'EAU	19
2.3. LE REGIME DES OUVRAGES	20
2.3.1. Ouvrages fondés en titre	20
2.3.1.1. ORIGINE ET DEFINITION	20
2.3.1.2. RECONNAISSANCE DE L'EXISTENCE DU DROIT D'EAU	20
2.3.1.3. STATUT	21
2.3.1.4. CONSISTANCE LEGALE	21
2.3.1.5. DISPOSITIONS APPLICABLES	21
2.3.2. Ouvrages fondés sur titre	23
2.3.3. Bilan sur le statut et la réglementation des ouvrages hydrauliques	25
<b>3. ETAT DES LIEUX - DIAGNOSTIC</b>	<b>26</b>
3.1. LOCALISATION DU SITE	26
3.2. DESCRIPTION DU SECTEUR D'ETUDE	28
3.2.1. Bref historique	28
3.2.2. Le secteur d'étude aujourd'hui	29
3.3. DONNEES ADMINISTRATIVES	31
3.3.1. Propriété de l'ouvrage et des berges	31
3.3.2. Statut administratif	31
3.3.2.1. RECHERCHE D'ARCHIVES	31
3.3.2.2. STATUT ET CONSISTANCE LEGALE	32
3.3.3. Conformité de l'ensemble hydraulique	33
3.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	34
3.4.1. Hydrologie	34
3.4.2. Fonctionnement hydraulique	36
3.4.2.1. METHODE	36
3.4.2.2. RESULTATS	38
3.5. CONTEXTE HYDRO-ECOLOGIQUE	39

<b>3.5.1.</b>	<b>Description du peuplement piscicole et des enjeux locaux</b>	<b>39</b>
3.5.1.1.	CLASSEMENT « PISCICOLE » DE LA CENT FONTS	39
3.5.1.2.	CLASSEMENT EN CATEGORIES PISCICOLES	39
<b>3.5.2.</b>	<b>Enjeu thermique</b>	<b>40</b>
<b>3.5.3.</b>	<b>Peuplement piscicole</b>	<b>40</b>
<b>3.5.4.</b>	<b>Continuité piscicole et franchissabilité de l'ouvrage</b>	<b>44</b>
3.5.4.1.	ESPECES CIBLES	44
3.5.4.2.	MOBILITE PISCICOLE ET NOTION DE LIBRE CIRCULATION	44
3.5.4.3.	LIBRE CIRCULATION PISCICOLE ET BASES COMPORTEMENTALES (LARINIER ET AL., 1992)	45
3.5.4.4.	CRITERES D'EVALUATION DE LA FRANCHISSABILITE DES OUVRAGES EN RIVIERE	46
3.5.4.5.	FRANCHISSABILITE DU SEUIL DU MOULIN BRUET A LA MONTAISON	47
3.5.4.6.	FRANCHISSABILITE DU SEUIL DU MOULIN BRUET A LA DEVALAISON	48
<b>3.5.5.</b>	<b>Notion de gain écologique</b>	<b>48</b>
<b>3.5.6.</b>	<b>Conclusions sur l'enjeu de continuité piscicole</b>	<b>49</b>
<b>3.6.</b>	<b>CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE</b>	<b>50</b>
3.6.1.	Enjeux culturels et paysagers	50
3.6.2.	Pêche	50
3.6.3.	Enjeux économiques	50
3.6.4.	Réseaux	50

## **Section 2 Description de l'ouvrage projeté** **53**

<b>1.</b>	<b>LE DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE</b>	<b>54</b>
1.1.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE	54
1.2.	HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT	55
1.2.1.	Peuplement piscicole « cible » : exigences écologiques et caractéristiques physiologiques	55
1.2.2.	Plage de fonctionnement du dispositif	56
1.2.3.	Hypothèses hydrauliques	56
1.3.	IMPLANTATION DU DISPOSITIF	56
1.4.	CARACTERISTIQUES DE LA PASSE A POISSONS	57
1.4.1.	Géométrie générale de l'ouvrage	57
1.4.2.	Prise d'eau	58
1.4.2.1.	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	58
1.4.2.2.	MODALITES D'EXECUTION	59
1.4.3.	Entrée piscicole	60
1.4.4.	Reconstitution du lit	60
1.4.5.	Terrassement	61
1.4.6.	Ouvrages conditionnant l'écoulement	61
1.4.6.1.	DISPOSITIONS GENERALES	61
1.4.6.2.	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	61
1.4.6.3.	MODALITES D'EXECUTION	62
1.5.	SURVEILLANCE ET ENTRETIEN	62
1.6.	FONCTIONNALITE DE L'OUVRAGE	62
1.6.1.	Fonctionnement hydraulique de la passe	62
1.6.2.	Attractivité piscicole de la passe	65
1.6.3.	Limites du dimensionnement	66
<b>2.</b>	<b>ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET</b>	<b>67</b>
2.1.	IMPACTS LIES AUX AMENAGEMENTS	67
2.1.1.	Impacts hydrauliques	67
2.1.2.	Impacts sur les inondations	67
2.1.3.	Impact sur les infrastructures	68
2.1.4.	Impact paysager	68
2.1.5.	Impact sur le transit sédimentaire	68
2.1.6.	Impact sur la qualité de l'eau	68
2.1.7.	Impacts sur la composante biologique	68
2.1.7.1.	EFFETS SUR LE PEUPEMENT PISCICOLE	68
2.1.7.2.	EFFETS SUR LES AUTRES ORGANISMES VIVANTS	68
2.1.8.	Impacts sur les usages	69

## Section 3 Dispositions constructives et modalités d'exécution 71

<b>1. DEFINITION DES CONTRAINTES</b>	<b>72</b>
1.1. CONTRAINTES HYDRAULIQUES	72
1.1.1. Station de référence	72
1.1.2. Contrôle des niveaux d'eau au droit du site	72
1.1.3. Travaux en rivière	72
1.1.4. Rappels des débits de crue de la Cent Fonts	72
1.1.5. Mise à sec du chantier et gestion des eaux	72
1.2. CONTRAINTES DES OUVRAGES EXISTANTS	73
1.3. CONTRAINTES D'ACCES AU SITE	74
1.3.1. Installation de chantier	74
1.3.2. Livraison	74
1.3.3. Accès au chantier	74
1.3.3.1. PREMIERE SOLUTION	74
1.3.3.2. DEUXIEME SOLUTION	76
1.3.3.3. TROISIEME SOLUTION	77
1.4. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	77
1.4.1. Nomenclature – Code de l'Environnement	78
<b>2. DISPOSITIONS GENERALES</b>	<b>79</b>
2.1. PLAN D'ASSURANCE QUALITE ET RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT	79
2.2. RESEAUX CONCESSIONNAIRES	79
2.3. PREPARATION DU CHANTIER	79
2.4. ETUDES D'EXECUTION	79
2.4.1. Opération à la charge du Maître d'Ouvrage	79
2.4.2. Opération à la charge de l'entreprise	80
2.4.2.1. OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LA PERIODE DE PREPARATION	80
2.4.2.2. OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LE DEROULEMENT DES TRAVAUX	80
2.4.2.3. OPERATIONS A EXECUTER APRES LE DEROULEMENT DES TRAVAUX	81
<b>3. PROVENANCE, QUALITE ET MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX</b>	<b>82</b>
3.1. PRESCRIPTIONS GENERALES	82
3.1.1. Matériaux et produits normalisés	82
3.1.2. Matériaux et produits non normalisés	82
3.1.3. Lieu de stockage provisoire des matériaux	82
3.1.4. Chargement – Transport – Stockage	83
3.1.4.1. CHARGEMENT	83
3.1.4.2. TRANSPORT	83
3.1.4.3. STOCKAGE	83
3.1.5. Essais de contrôle des livraisons	83
3.2. TERRASSEMENT	83
3.2.1. Déblais	83
3.2.1.1. GENERALITES	83
3.2.2. Remblais	84
3.2.2.1. GENERALITES	84
3.2.2.2. MATERIAUX D'APPORT POUR LE NIVELLEMENT DE LA PASSE A POISSONS	85
3.2.2.3. COUCHE DE FORME	85
3.2.2.4. MATERIAUX GRANULAIRES D'APPORT POUR MATELAS ALLUVIAL	85
3.2.3. Géotextile	85
3.2.3.1. GENERALITES	85
3.2.3.2. GEOTEXTILE EN ARRIERE DES ENROCHEMENTS	86
3.3. BETON ET MORTIER	86
3.3.1. Utilisation	86
3.3.2. Mise en œuvre des bétons	86
3.3.3. Qualité du béton et du mortier	88
3.3.3.1. BETON DE STRUCTURE/PRISE D'EAU AMONT	88
3.3.3.2. BETON DE PERCOLEMET/LIAISONNEMENT DES ENROCHEMENTS	88
3.3.3.3. MORTIER	89

3.3.4.	Contrôle de la qualité des livraisons	89
3.3.5.	Granulats	90
3.3.6.	Adjuvants	90
3.3.7.	Armatures pour béton armé	91
3.3.7.1.	NORMES ET REGLEMENTS	91
3.3.7.2.	QUALITE DES ACIERS	91
3.3.7.3.	ENROBAGES	91
3.3.8.	Coffrages pour béton armé	91
3.3.8.1.	NORMES ET REGLEMENTS	91
3.3.8.2.	COFFRAGES	92
3.3.9.	Éléments préfabriqués	92
3.4.	<b>ENROCHEMENTS</b>	<b>92</b>
3.4.1.	Mise en œuvre	92
3.4.1.1.	CONFORTEMENT DE BERGES	92
3.4.1.2.	ENROCHEMENTS DE CONDITIONNEMENT DES ECOULEMENTS	93
3.4.2.	Blocométrie	93
3.4.2.1.	DESCRIPTION	93
3.4.2.2.	CONFORTEMENT DE BERGES	94
3.4.2.3.	CONDITIONNEMENT DES ECOULEMENTS	94
3.4.3.	Qualité	94
3.4.4.	Morphologie : définition des tolérances	94
3.4.5.	Mise en dépôt d'agrément	95
3.4.6.	Essais de contrôle des livraisons	95
3.5.	<b>AUTRES EQUIPEMENTS</b>	<b>95</b>
3.5.1.	Batardeaux	95
3.6.	<b>PLANTATIONS ET GENIE-VEGETAL</b>	<b>96</b>
3.6.1.	Géotextile anti-érosif biodégradable	96
3.6.1.1.	DESCRIPTION	96
3.6.1.2.	MISE EN ŒUVRE	96
3.6.2.	Exécution des semis - enherbement	96
3.6.2.1.	GENERALITES	96
3.6.2.2.	PRESCRIPTIONS	96
3.6.2.3.	MELANGE GRAINIERS POUR SURFACE A ENHERBER	97
3.6.2.4.	PROVENANCE DES MELANGES GRAINIERS	98
4.	<b>BILAN DES DEBLAIS ET REMBLAIS</b>	<b>98</b>
5.	<b>MODE OPERATOIRE</b>	<b>98</b>
6.	<b>PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION</b>	<b>99</b>
7.	<b>MONTANT ESTIMATIF DES TRAVAUX</b>	<b>100</b>
	<b>Annexe 1 Plans des aménagements</b>	<b>101</b>

## TABLEAUX

TABL. 1 -	HISTORIQUE DES INFORMATIONS CORRESPONDANT AU MOULIN BRUET	32
TABL. 2 -	DEBITS CARACTERISTIQUES AU DROIT DU SEUIL DU MOULIN BRUET	34
TABL. 3 -	QUELQUES VALEURS DE DEBITS CARACTERISTIQUES	36
TABL. 4 -	DONNEES DE CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE	37
TABL. 5 -	RESULTATS DES SIMULATIONS HYDRAULIQUES REALISEES AVEC LE LOGICIEL HECRAS	38
TABL. 6 -	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE L'OUVRAGE	58
TABL. 7 -	GEOMETRIE DES SINGULARITES HYDRAULIQUES	61
TABL. 8 -	ANALYSE DE LA FONCTIONNALITE DE L'OUVRAGE SUR L'ENSEMBLE DE SA PLAGES DE FONCTIONNEMENT	64
TABL. 9 -	IMPACT HYDRAULIQUE DES AMENAGEMENTS PROJETES	67
TABL. 10 -	OPERATION A LA CHARGE DU MAITRE D'OUVRAGE	80
TABL. 11 -	OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LA PERIODE DE PREPARATION	80

TABL. 12 - OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LE DEROULEMENT DES TRAVAUX	81
TABL. 13 - OPERATIONS A EXECUTER A LA FIN DES TRAVAUX	81
TABL. 14 - CARACTERISTIQUES DU BETON DE STRUCTURE	88
TABL. 15 - NIVEAU DE PREVENTION DE L'ALCALI-REACTION	88
TABL. 16 - CARACTERISTIQUES DU BETON DE PERCOLEMENT	89
TABL. 17 - CARACTERISTIQUES DU MORTIER	89
TABL. 18 - DETAIL DU MELANGE GRAINIER POUR L'ENSEMENCEMENT DES BERGES	97

## FIGURES

FIG. 1. OUVRAGE DE PRISE D'EAU DU MOULIN BRUET	10
FIG. 2. CARTE DES TRONÇONS DE COURS D'EAU CLASSES EN LISTE 2 AU TITRE DE L'ARTICLE L.214-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT, EN COTE D'OR	15
FIG. 3. STATUT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	25
FIG. 4. REGLEMENTATION DES OUVRAGES EN FONCTION DE LEUR STATUT	25
FIG. 5. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE	26
FIG. 6. LOCALISATION DES DIFFERENTS OUVRAGES ET PARTICULARITES DU SECTEUR D'ETUDE	27
FIG. 7. SECTEUR D'ETUDE – EXTRAIT DE LA CARTE DE CASSINI	28
FIG. 8. SECTEUR D'ETUDE – EXTRAIT DE LA CARTE DE L'ETAT-MAJOR	28
FIG. 9. LE MOULIN BRUET (A GAUCHE) ET SON BIEF (A DROITE)	29
FIG. 10. OUVRAGE DE DECHARGE DU BIEF	29
FIG. 11. SEUIL DU MOULIN BRUET	30
FIG. 12. BRECHE – COTE AMONT	30
FIG. 13. LIMITES CADASTRALES AU DROIT DU SEUIL DU MOULIN BRUET	31
FIG. 14. DISPOSITION DES ROUES HYDRAULIQUES (SOURCE : PLAN DU 26 JANVIER 1855)	32
FIG. 15. EXTRAIT DU PLAN DU 26 JANVIER 1855 – AMONT DU BIEF	33
FIG. 16. DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA CENT FONTS A SAULON-LA-RUE	35
FIG. 17. COURBE DES DEBITS CLASSES DE LA CENT FONTS A SAULON-LA-RUE	35
FIG. 18. REPERES DE MESURE SITUES SUR LA PASSERELLE A L'AVANT DU RU DE BROCHON (A GAUCHE) ET A L'AVANT DU SEUIL DU MOULIN (A DROITE)	37
FIG. 19. LOCALISATION DES REPERES AUX ABORDS DU SITE D'IMPLANTATION DE LA PASSE A POISSONS	38
FIG. 20. EVOLUTION DES TEMPERATURES DE L'EAU SUR LA CENT FONTS A FENAY ENTRE LE 01/04 ET LE 19/10 EN 2015	40
FIG. 21. LOCALISATION DES STATIONS DE FENAY ET SAULON-LA-RUE	41
FIG. 22. ABONDANCE PAR ESPECE A SAULON-LA-RUE EN 2014 (SOURCE : AAPPMA COTE D'OR)	42
FIG. 23. COMPARAISON DES PEUPELEMENTS PISCICOLES OBSERVE ET THEORIQUE A SAULON-LA-RUE EN 2014 (SOURCE : AAPPMA COTE D'OR)	42
FIG. 24. ABONDANCE PAR ESPECE A LA STATION « FENAY TEMOIN » EN 2014 ET 2015 (SOURCE : AAPPMA COTE D'OR)	43
FIG. 25. COMPARAISON DES PEUPELEMENTS PISCICOLES OBSERVE ET THEORIQUE A FENAY EN 2014 ET 2015 (SOURCE : AAPPMA COTE D'OR)	43
FIG. 26. AVAL DIRECT DU SEUIL A L'ETIAGE (160 L/S)	48
FIG. 27. VISUALISATION DES TRONÇONS RECONNECTES	49
FIG. 28. LOCALISATION DES RESEAUX A PROXIMITE DU SECTEUR D'ETUDE	51
FIG. 29. RIVIERE DE CONTOURNEMENT DU BARRAGE D'AVOLSHEIM SUR LA BRUCHE (67)	54
FIG. 30. RIVIERE DE CONTOURNEMENT DU BARRAGE DE CHATILLON-SUR-LISON SUR LA LOUE (25)	55
FIG. 31. CRITERES HYDRAULIQUES RETENUS POUR LE DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF	56
FIG. 32. IMPLANTATION DE L'OUVRAGE	57
FIG. 33. COUPE TRANSVERSALE DE LA PRISE D'EAU AMONT (NIVEAUX D'EAU AU QMNA5, MODULE ET 3XMODULE)	59
FIG. 34. PROFIL EN LONG DE LA RIVIERE DE CONTOURNEMENT AVEC POSITIONNEMENT DES SEUILS (NIVEAU D'EAU AU QMNA5)	60
FIG. 35. COUPE TRANSVERSALE D'UN SEUIL N°2 (NIVEAUX D'EAU AU QMNA5, MODULE ET 3XMODULE)	61
FIG. 36. CHOIX OFFERT AU POISSON A LA MONTAISON	65
FIG. 37. DEBITS UNITAIRES DANS LA CONFIGURATION PROJETEE	66
FIG. 38. DESCRIPTION DE LA MISE A SEC DU CHANTIER	73
FIG. 39. DESCRIPTION DE L'ACCES AU SITE DES TRAVAUX (PREMIERE SOLUTION)	75
FIG. 40. DESCRIPTION DE L'ACCES AU SITE DES TRAVAUX (DEUXIEME SOLUTION)	76
FIG. 41. RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE « LOI SUR L'EAU » CONCERNEES (ARTICLE R214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT)	78



## Introduction

La restauration des continuités écologiques (biologique et sédimentaire) constitue un des leviers majeurs pour la restauration fonctionnelle des cours d'eau et l'atteinte de ces objectifs de qualité. Cette restauration passe par la gestion du devenir des ouvrages hydrauliques, qui ont pour beaucoup perdu leur usage originel et peuvent être, pour certains, fortement dégradés.

Ces ouvrages qui jalonnent les cours d'eau peuvent induire à leur échelle des impacts physiques, chimiques et biologiques potentiellement forts, susceptibles d'exploser par effet cumulé en fonction de leur densité. Au-delà de la rupture du continuum écologique et le cloisonnement biologique, ces impacts sont classiquement : l'altération voire le blocage du transit sédimentaire menaçant les équilibres morphologiques et altérant la dynamique alluviale, la dégradation de la qualité physique par une simplification des habitats aquatiques, l'altération de la qualité des eaux, et en particulier du paramètre température, qui est un paramètre clé pour la biologie aquatique notamment en contexte salmonicole.

Cependant, au-delà des impacts, les ouvrages hydrauliques sont souvent associés à des enjeux : enjeux anthropiques à l'origine de la création des ouvrages (ancien moulin, irrigation, production hydro-électrique), mais aussi aux enjeux connexes qui se sont implantés à mesure du temps : bâti, infrastructures (pont par exemple), connexion avec le milieu rivulaire et les milieux annexes (zones humides par exemple).

Cette problématique revêt une importance d'autant plus forte que les cours d'eau connaissent des enjeux biologiques et/ou morphologiques particuliers. Il devient alors important de restaurer cette continuité piscicole, par l'aménagement des ouvrages hydrauliques présents et infranchissables pour bon nombre d'espèces.

La présente étude intitulée « Amélioration de l'Hydromorphologie de la Cent Fonts non canalisée au regard du changement climatique et du maintien des prélèvements en nappe – Restauration de la continuité biologique au droit du moulin Bruet » a été lancée par le SBV après avoir identifié la dégradation de la qualité physique des cours d'eau (mauvaise qualité des eaux, déficit de végétation, simplification du peuplement piscicole...), sur le bassin versant de la Vouge.

La présente mission se décompose en plusieurs phases :

- Phase 1 : Volet continuité écologique comprenant l'état des lieux et la conception de la passe à poisson – rivière de contournement ;
- Phase 2 : Volet morphologique comprenant l'état des lieux ;
- Phase 3 : Volet morphologique comprenant l'étude de faisabilité et l'élaboration d'un avant-projet définitif.

Le présent document synthétise la phase 1 du projet, phase relative à la continuité écologique. Cette phase présente plus précisément du franchissement piscicole de l'ouvrage de prise d'eau du moulin Bruet, qui est actuellement impossible au vu de la chute (de l'ordre du mètre) créée par l'ouvrage.



**Fig. 1. Ouvrage de prise d'eau du moulin Bruet**

Le scénario privilégié et mis à l'étude est la mise en place d'une passe à poisson de type « rivière de contournement », avec étude complémentaire de l'impact de l'arasement du seuil du moulin Bruet.

## **SECTION 1**

# **RAPPEL DU CONTEXTE**

# 1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

## 1.1. DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU ET OBJECTIFS

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE – 2000/60/CE) a été transposée en droit français en 2004. Cette directive définit un certain nombre d'objectifs environnementaux, dont l'objectif global vise l'atteinte du bon état de toutes les masses d'eau à l'horizon 2015 (cours d'eau, lacs, eaux côtières, eaux souterraines).

Parmi ces objectifs environnementaux, on retrouve notamment :

- La prévention de la détérioration supplémentaire de l'état des masses d'eau, c'est-à-dire ne pas dégrader l'état actuel,
- L'amélioration de la qualité des eaux, passant par l'élimination des rejets de substances dangereuses prioritaires, le respect des normes de rejets fixées, ...
- Assurer la continuité écologique latérale et longitudinale des cours d'eau (libre circulation piscicole et rétablissement du transit sédimentaire),
- La préservation ou restauration des conditions morphologiques (diversité des faciès d'écoulement, connectivité latérale avec les milieux annexes),
- Le maintien de berges naturelles et diversifiées, passant notamment par une gestion efficace de la végétation rivulaire,
- ...

Comme on peut le voir, la notion de « bon état » comprend plusieurs composantes que sont le bon état chimique et le bon état écologique des eaux :

- Le bon état écologique comprend à la fois la qualité biologique (composante vivante qu'est la faune et la flore) et la qualité physique des milieux de vie (composante mésologique comme la diversité des milieux, la morphologie, la qualité des eaux, ...). L'état écologique est appréhendé au travers d'éléments biologiques (IBGN, IBD et IPR classés en 5 classes), d'éléments physico-chimiques généraux (en 5 classes également) et d'éléments polluants spécifiques (en 3 classes).
- Le bon état chimique est relatif à la pollution des eaux, appréhendée au travers de 41 substances prioritaires et dangereuses (disposées en 2 classes de qualité).

Afin de déterminer l'état des eaux, des valeurs-seuils provisoires sont mentionnées dans la circulaire DCE 2005/12 pour l'état écologique, et la circulaire DCE 2007/23 pour l'état chimique (composé de 41 substances).

Pour atteindre le bon état sur une masse d'eau « cours d'eau », il faut que l'état écologique ainsi que chimique soient au minimum classés comme bons. D'où l'importance d'intervenir en parallèle sur la gestion et l'amélioration de la qualité des eaux et de la qualité physique des hydrosystèmes.

## 1.2. RESTAURATION DE LA CONTINUTE PISCICOLE

Même si la loi de 1865 intégrait la notion de classement de cours d'eau pour la circulation des poissons et la loi de 1919 la notion de cours d'eau réservés, la législation relative aux ouvrages en rivières et aux continuités écologiques a beaucoup évolué depuis 1980 et surtout 2006 avec la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA). Ainsi, il est apparu plusieurs notions nouvelles avec **la révision du classement des cours d'eau, la trame verte et bleue, le classement des ouvrages, ...**

### 1.2.1. Classement des cours d'eau

#### 1.2.1.1. LOI DE 1865 : PREMIER CLASSEMENT DES COURS D'EAU

Depuis 1865, certains cours d'eau et canaux sont classés pour bénéficier de mesures de protection particulières visant à limiter l'impact des obstacles à l'écoulement.

C'est le déclin au cours du 19<sup>ème</sup> siècle des populations de poissons migrateurs amphihalins, et en particulier le Saumon atlantique qui constituait une source d'alimentation importante sur certains territoires, qui a amené à un premier classement de certains cours d'eau. La Loi de 1865 (avec ses premiers décrets apparus à partir de 1904) prévoyait l'obligation d'équiper en passe à poissons les ouvrages problématiques nouveaux.

#### 1.2.1.2. LOI DU 16 OCTOBRE 1919 ADAPTEE PAR LA LOI DE 1980 : COURS D'EAU « RESERVES »

Principalement, c'est l'article 2 de la loi du 16/10/1919, reprise par la loi de 1980 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique, qui a introduit la notion de cours d'eau « réservé », en prévoyant que sur ces cours d'eau, aucune autorisation ou concession ne sera donnée pour des entreprises hydrauliques nouvelles.

Pour les entreprises existantes, une autorisation ou une concession pourra être accordée sous réserve que la hauteur du barrage ne soit pas modifiée. Dix décrets de publication des listes de cours d'eau réservés se sont succédés entre 1981 et 1999.

#### 1.2.1.3. LOI PECHE DE 1984 : NOTION D'EFFICACITE DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Face au manque d'efficacité des premières passes à poissons, la Loi de 1984 dite « Loi Pêche » introduit l'obligation de résultats et d'entretien des dispositifs de franchissement nouveaux, ainsi que l'obligation d'aménagement et d'efficacité des ouvrages existants dans un délai de 5 ans après la publication d'un arrêté ministériel d'espèces (fixant les espèces cibles). Cette loi fut intégrée au Code de l'Environnement à l'article L. 432-6.

#### En résumé ...

**Avant la nouvelle révision du classement des cours d'eau, étaient identifiés des cours d'eau « réservés » au titre de la loi de 1919 (reprise par la loi de 1980) et des cours d'eau « classés » par décret au titre de l'article L.432-6 du Code de l'Environnement imposant l'équipement de dispositifs de franchissement piscicole efficaces et entretenus.**

#### 1.2.1.4. LEMA DE 2006 : NOUVEAU CLASSEMENT DES COURS D'EAU

La Loi sur l'Eau et les milieux aquatiques (LEMA, 30 décembre 2006) se substitue aux lois précédentes en matière de classement de cours d'eau. Elle transpose en droit français la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE) qui fixe l'atteinte du bon état pour beaucoup de cours d'eau à l'horizon 2015 (ou 2021 et 2027 en cas de dérogation). La notion de continuité écologique y est

particulièrement mise en évidence. Ainsi, elle remet au goût du jour le classement des cours d'eau en identifiant 2 listes (art. L.214-17 du Code de l'Environnement) :

- **Liste 1 : les rivières à préserver**

Cette liste comporte des cours d'eau, des parties de cours d'eau ou des canaux parmi ceux :

- qui sont en très bon état écologique ;
- qui jouent 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 est nécessaire (fort enjeu migrateur amphihalins reprenant en particulier les axes du PLAGEPOMI).

Sur ces cours d'eau, aucun nouvel ouvrage, s'il constitue un obstacle à la continuité écologique, ne pourra être établi. Les ouvrages existants sont subordonnés à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique et assurer la protection des poissons migrateurs. L'aménagement des ouvrages en place pour la restauration des continuités est ici subordonné aux obligations imposées lors du renouvellement d'autorisation/concession.

- **Liste 2 : les rivières à restaurer**

Cette liste comporte les cours d'eau, les parties de cours d'eau ou les canaux dans lesquels il est nécessaire :

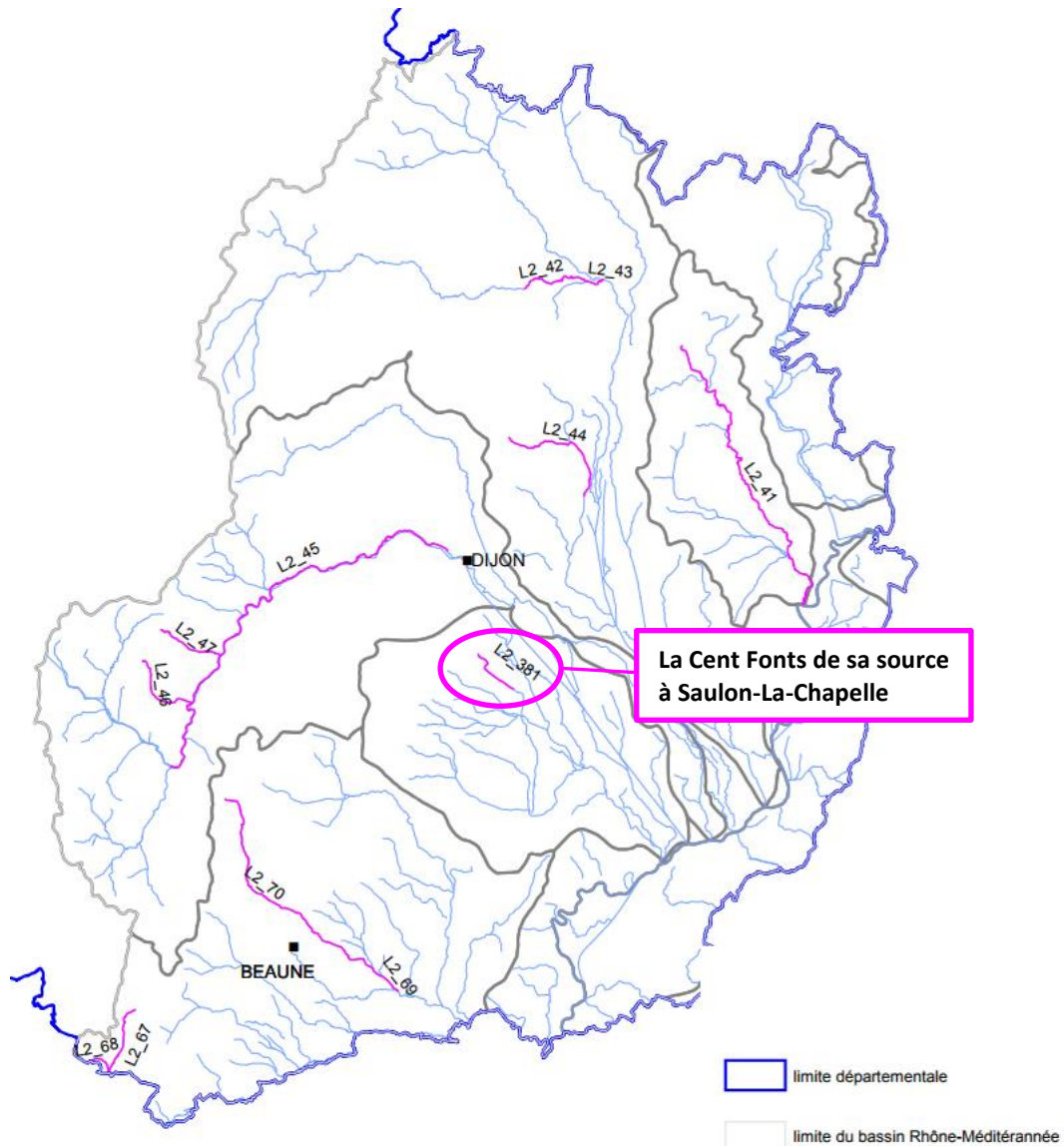
- d'assurer le transport suffisant des sédiments ;
- d'assurer la circulation des poissons migrateurs.

Sur ces cours d'eau, tout ouvrage doit être géré, entretenu et équipé dans un délai de 5 ans après la publication de l'arrêté du préfet coordonnateur de bassin.

#### **Cas de la Cent Fonts**

L'ouvrage à l'étude est localisé sur un tronçon de la Cent Fonts classé en **liste 2** au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement, par l'arrêté préfectoral du 19 juillet 2013.

L'espèce d'intérêt patrimonial présente sur le tronçon, et pré-identifiée lors du classement en liste 2, est la truite Fario.



**Fig. 2. Carte des tronçons de cours d'eau classés en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement, en Côte d'Or**

## 1.2.2. Classement des ouvrages

### 1.2.2.1. GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT : NOTION DE « TRAME VERTE ET BLEUE »

Plus récemment, suite au Grenelle de l'Environnement (2009), la notion de Trame verte et bleue a été introduite, identifiant la nécessité de création ou de préservation de corridors écologiques reliant des réservoirs de biodiversité.

Pour la trame bleue, la base de construction est le classement des cours d'eau en listes 1 et 2, ainsi que les zones humides indispensables pour l'atteinte du bon état écologique.

Egalement, une démarche sur les ouvrages hydrauliques a été engagée. Celle-ci a été formalisée par la Loi n°2010-788 qui définit au niveau national 1200 ouvrages comme prioritaires au titre du

Grenelle (ouvrages dits à ce titre « Grenelle ») à traiter (c'est-à-dire à aménager ou bien à effacer) avant la fin 2012.

#### 1.2.2.2. PLAN NATIONAL D'ACTION POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU

Afin de respecter les engagements européens ainsi que du Grenelle de l'Environnement, la restauration de la continuité écologique des cours d'eau a été identifiée comme un enjeu national pour lutter contre l'amenuisement de la biodiversité aquatique.

C'est pourquoi un plan d'action national a été annoncé le 13 Novembre 2009 et développé par la circulaire du 25 janvier 2010.

La mise en œuvre de ce plan d'action national passe notamment par l'identification d'ouvrages dont l'aménagement apparaît prioritaire pour la restauration de la continuité écologique (piscicole et sédimentaire). Plus précisément, il s'organise autour de trois grands principes :

- la suppression des obstacles par la modification, l'aménagement ou la gestion adaptée des ouvrages permettant d'assurer la continuité écologique tout en maintenant l'usage attribué à ceux-ci,
- la priorisation des interventions de façon concertée entre les services déconcentrés de l'État et les collectivités compétentes au sein de chaque bassin,
- des interventions basées sur l'alliance entre la police de l'eau, les aides financières et les structures locales contribuant à la gestion des cours d'eau.

A court terme, le plan prévoit l'établissement d'une liste prioritaire d'obstacles établie sur des critères écologiques, des critères de faisabilité technique et opérationnelle et des critères d'opportunité.

Globalement, sur chaque bassin, les ouvrages retenus comme prioritaires se répartissent en 2 lots:

- Ouvrages prioritaires (ou « Grenelle ») en lot 1 :
  - Critère de choix : Ouvrages situés sur des masses d'eau visées par une mesure « continuité » du programme de mesure / Ouvrages sur lesquels les travaux visent l'atteinte de l'objectif « continuité » relatif aux grands migrateurs.
  - Obligations : Définition et engagement des travaux d'effacement ou d'équipement en dispositif de restauration de la continuité écologique avant fin 2012.
- Ouvrages prioritaires (ou « Grenelle ») en lot 2 :
  - Critère de choix : Ouvrages retenus comme prioritaires compte tenu du gain écologique lié à l'amélioration de la franchissabilité piscicole et/ou du transit sédimentaire, et nécessitant l'acquisition de connaissances préalables aux travaux de restauration de la continuité.
  - Obligations : Acquisition de connaissances / réalisation des études avant fin 2012 (et réalisation des aménagements théoriquement avant 2014).

#### **Cas du moulin Bruet**

Le moulin Bruet a été défini au titre du Plan National de Restauration de la Continuité Ecologique comme ouvrage prioritaire « Grenelle » en **lot 1**.

### 1.2.3. Notion de « réservoir biologique »

Cette notion de réservoir biologique est définie par le Code de l'Environnement (L.214-17, R.214-108). En résumé, il s'agit de tronçons de cours d'eau ou annexes hydrauliques où les espèces peuvent trouver et accéder à l'ensemble des habitats naturels nécessaires à l'accomplissement des principales phases de leurs cycles biologiques (reproduction, abris-repos, croissance, alimentation). Ces tronçons doivent être préservés et doivent contribuer à ensemençer les autres tronçons perturbés.

#### Articles du Code de l'Environnement :

*Article L.214-17 : « 1° - Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux [...] 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 [...]. »*

*Article R.214-108 : « Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux qui jouent le rôle de réservoir biologique au sens du 1° du I de l'article L. 214-17 sont ceux qui comprennent une ou plusieurs zones de reproduction ou d'habitat des espèces de phytoplanctons, de macrophytes et de phytobenthos, de faune benthique invertébrée ou d'ichtyofaune, et permettent leur répartition dans un ou plusieurs cours d'eau du bassin versant. »*

#### **Cas de la Cent Fonts**

Le tronçon de la Cent Fonts accueillant le moulin Bruet n'est **pas classé** en réservoir biologique.

### 1.3. LES PLANS DE GESTION PARTICULIERS

Le bassin versant de la Vouge (dont fait partie la Cent Fonts) ne revêt aucun enjeu « grands migrateurs », si bien qu'aucun classement particulier complémentaire n'est présent :

- Aucun ouvrage prioritaire Anguille ni aucune zone d'action prioritaire (ZAP) Anguille, au titre du volet local de l'unité de gestion Rhône Méditerranée du Plan de gestion Anguille ;
- Aucun ouvrage prioritaire ni aucune zone d'action prioritaire au titre du PLAGEPOMI, qui voit ses zones d'actions situées principalement sur les régions Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon.

### 1.4. NOTION DE DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE (DMB)

La Loi sur l'Eau et les milieux aquatiques (LEMA, 30 décembre 2006), reprise par l'article L.214-18 du Code de l'Environnement, intègre la notion de débit minimum biologique (DMB). Ce DMB est défini comme le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques.

Cette loi réforme les obligations relatives au débit minimal à laisser dans le lit mineur à l'aval des ouvrages, en imposant le relèvement du plancher fixé jusqu'alors aux ouvrages existants, au 1/10e du module à la date de renouvellement de leur titre, et au plus tard au **1er janvier 2014**.

Ce DMB aussi appelé " débit réservé ", ne doit pas être inférieur au 1/10e du module interannuel du cours d'eau, pour l'essentiel des installations, et au 1/20e de ce module pour les ouvrages situés sur un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s, ou pour les ouvrages hydroélectriques contribuant à la production d'électricité en période de pointe de consommation, listés par décret.

Si le débit à l'amont immédiat de l'ouvrage est inférieur à ce plancher, c'est ce débit entrant qui doit être respecté à l'aval.

A noter que cette réforme s'applique pleinement aux ouvrages fondés en titre.

Ainsi, au 1er janvier 2014 au plus tard, tous les ouvrages fondés en titre devaient respecter l'obligation de débit minimal biologique et le plancher du 1/10e du module (ou le 1/20e selon le débit du cours d'eau et cas particuliers).

**A noter que si la sensibilité du milieu aquatique le justifie, le débit réservé d'un ouvrage actuellement exploité peut être ajusté à la hausse de manière à répondre à l'obligation de garantie de la vie, de la circulation et de la reproduction des espèces dans le tronçon court-circuité par l'ouvrage.**

Enfin, en cas de réhabilitation d'un ouvrage fondé en titre actuellement non exploité, le DMB doit être fixé au préalable par évaluation des enjeux hydro-écologiques locaux et atteindre au minimum le 1/10e du module.

## **2. RAPPELS SUR LA REGLEMENTATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES**

### **2.1. RAPPEL - DEVOIRS ET OBLIGATIONS DES PROPRIETAIRES D'OUVRAGES HYDRAULIQUES**

Dans la majorité des cas et sauf preuve du contraire, le propriétaire du moulin est propriétaire des différents ouvrages, du bief, du canal d'amenée d'eau et du canal de décharge, quand bien même ces canaux traversent des propriétés riveraines. La conséquence en est que c'est au propriétaire du moulin, et non au propriétaire du terrain traversé par les canaux, qu'incombe la manœuvre et l'entretien des ouvrages ainsi que l'entretien du canal et de ses berges. Les riverains du canal d'amenée et du canal de décharge n'ont donc aucun droit sur l'eau, et ne peuvent en faire aucun usage, même pour leurs besoins domestiques.

Le propriétaire du moulin a donc l'usage exclusif de l'eau et peut s'en prévaloir contre les riverains du canal; il peut aussi en disposer au profit des tiers, mais il doit rendre cette eau à la rivière et il est soumis à cet égard au pouvoir réglementaire de l'administration.

Le propriétaire d'un moulin ou usinier a le droit d'utiliser l'énergie de l'eau pour la convertir en force motrice, mais en contrepartie, il a un certain nombre d'obligations à respecter.

Ces obligations sont contenues dans son règlement d'eau.

### **2.2. LE REGLEMENT D'EAU**

Certains moulins disposent d'un règlement d'eau, qui est la pièce administrative essentielle :

- il autorise l'ouvrage sur la base de la consistance légale et l'officialise vis-à-vis des tiers,
- il fixe les conditions de fonctionnement telles que :
  - le niveau d'eau légal de la retenue (niveau maximum) matérialisé par un repère,
  - le débit dérivable maximal,
  - le débit réservé à la rivière,
  - les dimensions des ouvrages : chaussée, déversoir, vannes de décharge,
  - les devoirs de l'usinier (propriétaire ou fermier) : entretien du bief, maintenance des différents éléments, jours de chômage,
  - la gestion du plan d'eau amont par la manœuvre des vannes,
  - les éventuelles servitudes : droits de passage pour l'entretien, ...

## 2.3. LE REGIME DES OUVRAGES

### 2.3.1. Ouvrages fondés en titre

#### 2.3.1.1. ORIGINE ET DEFINITION

Les droits fondés en titre peuvent être définis comme « ceux acquis antérieurement à l'abolition de la féodalité, soit par convention, prescription, destination de père de famille ou même déclaration d'utilité publique, en vertu de quoi aurait été conféré à des non riverains un droit à l'usage de l'eau » (« Traité des eaux publiques et privées », Fabreguettes - 1911).

Les droits fondés en titre sont des droits exclusivement attachés à des ouvrages pour l'usage des moulins, des étangs ou l'irrigation. Ce sont des droits d'usage de l'eau particuliers, exonérés de procédure d'autorisation ou de renouvellement.

Ces droits d'usage tirent leur caractère « perpétuel » du fait qu'ils ont été délivrés avant que ne soit instauré le principe d'autorisation de ces ouvrages sur les cours d'eau.

Le droit fondé en titre est attaché à la prise d'eau et à l'utilisation de la force hydraulique et non au moulin en tant que tel : un changement d'affectation est sans incidence, il n'est pas nécessaire que l'utilisation de l'énergie ait le même objet aujourd'hui qu'à l'origine pour que le droit soit reconnu. Certains éléments peuvent avoir été reconstruits sans que cela ait de conséquences sur la fondation en titre, sous réserve que la consistance légale n'ait pas varié.

A noter qu'une distinction est faite entre le domaine public fluvial et les cours d'eau non domaniaux :

- Sur les cours d'eau non domaniaux, sont considérés comme fondés en titre les droits attachés aux ouvrages avant la Révolution (4 août 1789).
- Sur les cours d'eau domaniaux, il s'agit des prises d'eau établies en vertu d'actes comportant aliénation valable des droits dépendant du domaine de la Couronne ou de la Nation ou présumées établies en vertu de tels actes. Ce sont les droits acquis avant les Edits de Moulins de février et mai 1566, qui ont pour la première fois consacré l'inaliénabilité du domaine de la Couronne (aujourd'hui domaine public) dont faisaient partie les cours d'eau navigables ou flottables. Cependant, quelques cas particuliers existent au travers des provinces rattachées à la France après les Edits de Moulins, comme la Franche-Comté ou encore l'Alsace et la Savoie par exemples.

#### Cas de la Cent Fonts à Saulon-la-Rue

La Cent Fonts au droit de la commune de Saulon-la-Rue est **un cours d'eau non domanial**. Ainsi, le fondement en titre des ouvrages hydrauliques s'analyse par rapport à la date **du 04 août 1789, dans la mesure du respect de leur consistance légale**.

#### 2.3.1.2. RECONNAISSANCE DE L'EXISTENCE DU DROIT D'EAU

La charge de la preuve de l'existence du droit incombe dans tous les cas au titulaire.

Pour cela, un droit fondé en titre peut être reconnu par simple preuve de l'existence de l'ouvrage avant l'Edit de Moulins de 1566 sur les cours d'eau domaniaux (sauf cas particuliers) et avant le 04 août 1789 sur les cours d'eau non domaniaux.

Tout en sachant qu'un droit fondé en titre peut être reconnu à tout moment. Ainsi, l'existence d'un règlement d'eau datant d'avant ou après 1919 ne fait pas obstacle à la reconnaissance ultérieure d'un droit fondé en titre si les éléments de preuve sont apportés par le titulaire. Ce droit peut être reconnu à la demande du titulaire.

#### 2.3.1.3. STATUT

Le droit fondé en titre constitue un régime juridique très protégé :

- L'usine fondée en titre peut utiliser l'énergie hydraulique sans « autorisation » ni concession, dans la limite de la puissance résultant de sa consistance légale ;
- La notion de prescription n'a pas de réalité face à des droits fondés en titre (définis comme droit réel immobilier à l'usage préférentiel de l'eau, inaliénable et de caractère perpétuel) ;
- La cession d'un bien fondé en titre entraîne la transmission du droit au nouveau propriétaire.

#### 2.3.1.4. CONSISTANCE LEGALE

La consistance légale du droit d'eau définit l'ensemble des caractéristiques principales du droit à l'usage de l'eau dont est titulaire le propriétaire. Il s'agit donc de fixer l'amplitude des droits dont bénéficie ce dernier dans l'usage qu'il fait de l'eau, puisque propriétaire du lit de la rivière, il n'a aucun droit de propriété sur l'eau qui y coule ; il n'a qu'un droit d'usage de l'eau dans les limites fixées par la réglementation générale.

La consistance légale correspond donc à la quantité d'eau ou de force motrice (implicitement la puissance maximale brute « PMB » de l'ouvrage) définie pour chaque ouvrage par l'acte duquel l'exploitant tient ses droits, ou résultant, à défaut de titre, des faits de possession sur lesquels est fondée la légalité de son existence. La modification de la consistance légale entraîne l'obligation pour l'exploitant de demander une autorisation ou une concession pour l'utilisation de l'énergie hydraulique (loi 1919) pour le surplus de puissance.

Elle peut être évaluée en fonction des circonstances de fait (besoins en énergie des mécanismes qui étaient animés par la force hydraulique) et elle est présumée conforme à la consistance effective actuelle lorsque ces mécanismes existent toujours (ou à l'état des installations ou à la force motrice décrits dans des actes ou documents même postérieurs à 1789), sauf preuve contraire à apporter par l'Administration.

**C'est pourquoi, une installation ne peut être regardée comme fondée en titre qu'à la condition que sa consistance légale ne soit pas supérieure à ce qu'elle était à la date de délivrance du titre.**

#### 2.3.1.5. DISPOSITIONS APPLICABLES

Les dispositions applicables aux droits fondés en titre sont les suivantes :

- Accroissement de la consistance légale

L'article R214-84 du Code de l'Environnement (article 11 du décret n°95-1204 du 6 novembre 1995) précise que les usines fondées en titre sont considérées comme autorisées dans la limite de leur consistance légale. Pour tout accroissement de la consistance légale, l'établissement fondé en titre rentre donc, pour cet accroissement, sous le droit commun (il est donc soumis à autorisation).

- Débits réservés et dispositifs de franchissement

Les prescriptions relatives aux débits réservés et aux dispositifs de franchissement des migrateurs sont applicables aux ouvrages fondés en titre (L214-17, L214-18, L432-6 du Code de l'Environnement). Ainsi, ils sont soumis aux articles L432-6, L214-17 et L214-18 du Code de l'Environnement.

- Conditions d'extinction ou modification

L'article L214-6 du Code de l'Environnement indique que les établissements fondés en titre sont considérés comme autorisés ou déclarés et sont soumis aux dispositions des articles L.214-1 à L.214-11 du Code de l'Environnement. Dès lors, ils peuvent être retirés ou modifiés dans l'une ou l'autre hypothèse d'intérêt général prévue par les dispositions de l'article L.214-4 du Code de l'Environnement.

De même, l'article L215-10 du Code de l'Environnement est également applicable aux ouvrages fondés en titre.

- Modifications

Si un ouvrage fondé en titre entre dans le champ de la nomenclature des opérations soumises à autorisation en application de l'article L214-2 du Code de l'Environnement, l'article R214-53 du Code de l'Environnement (ancien article 41 du décret n°93-742) autorise le préfet à réglementer les installations en fixant, si nécessaire, des prescriptions complémentaires conformément aux dispositions de l'article 14 dudit décret.

Ces entreprises sont dispensées de toute autorisation. Néanmoins, si le propriétaire veut étendre ou modifier son installation (barrage, prise d'eau, vannage, canal de décharge, etc.), susceptible d'augmenter sa consistance légale il doit solliciter une autorisation. Dans ce cas, son droit d'eau n'est plus imprescriptible.

Conformément à l'article R.214-18 du Code de l'Environnement, toute modification d'un ouvrage autorisé doit faire l'objet d'une information du Préfet, qui peut imposer des prescriptions particulières.

D'après l'article R216-12 du code de l'Environnement (modifié par décret n°2014-750 du 1<sup>er</sup> juillet 2014 – art 7), le fait de conforter, remettre en eau ou en exploitation des installations ou ouvrages existants fondés en titre ou autorisés avant le 16 octobre 1919 pour une puissance hydroélectrique inférieure à 150 kW, sans avoir procédé à l'information préalable du préfet prévue à l'article R. 214-18-1 est puni de l'amende prévue pour la contravention de la 5<sup>ème</sup> classe.

- Perte du droit fondé en titre

Concernant les chutes d'eau fondées en titre, leur caractère perpétuel implique l'absence de date de fin prédéterminée.

Un droit fondé en titre ne se perd que si la force motrice de l'eau n'est plus susceptible d'être utilisée par le détenteur de l'ouvrage, notamment en raison de la ruine, d'un abandon volontaire, du changement d'affectation des ouvrages essentiels destinés à utiliser la pente et le volume du cours d'eau, ou encore par suppression d'office par une mesure de police de l'eau justifiant l'intérêt général.

Ni le non usage prolongé, quel que soit le nombre d'années, ni le délabrement du bâtiment auquel le droit est rattaché n'entraînent une perte de ce droit.

En cas de cession, son statut subsiste à l'identique.

### 2.3.2. Ouvrages fondés sur titre

Les ouvrages fondés « sur titre », aussi appelés ouvrages fondés « en droit » ou ouvrages « autorisés » en opposition aux ouvrages fondés en titre qui ont une existence légale, sont autorisés par l'existence d'un règlement d'eau.

Ces ouvrages ont pour la plupart été réglementés par Ordonnance royale ou bien arrêté préfectoral au cours du 19e siècle et du début du 20e siècle soit après enquête du service hydraulique des ponts et chaussées soit lors de demandes de travaux.

#### **N.B. : Loi d'octobre 1919 modifiée par la loi de juillet 1980**

La Loi du 16 octobre 1919, modifiée par la suite par la loi du 15 juillet 1980, réglemente l'utilisation de l'énergie hydraulique.

Cette loi soumet au régime de la concession les entreprises dont la puissance motrice excède les 4500 kW et au régime de l'autorisation toutes les autres, tout en prévoyant d'exclure de ces obligations les entreprises ayant une existence légale ou ayant une force motrice ne dépassant pas les 150 kW.

Quelques principes clés de la loi de 1919 :

Article 1er : « Nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs, des cours d'eau, quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat »,

Article 2 : « Sont placées sous le régime de la concession les entreprises dont la puissance excède 4500 kW (500 kW à l'origine du texte), et sous le régime de l'autorisation toutes les autres entreprises ».

Article 18 : « Les entreprises autorisées à la date de la promulgation de la présente loi demeurent, pendant soixante-quinze ans, à compter de la même date, soumises au régime qui leur était antérieurement applicable [...]».

A l'expiration de la période de soixante-quinze ans, les entreprises visées au paragraphe précédent sont assimilées aux entreprises arrivant en fin de concession ou d'autorisation, sous réserve des dispositions ci-après applicables aux seules entreprises concessibles [...]».

Les dispositions des paragraphes : 1, 2, 3 et 4 du présent article ne sont pas applicables aux entreprises dont la puissance maximum ne dépasse pas 150 kilowatts ; ces entreprises demeurent autorisées conformément à leur titre actuel et sans autre limitation de durée que celle résultant de la possibilité de leur suppression dans les conditions prévues par les lois en vigueur sur le régime des eaux. »

Ainsi, on distingue **trois types d'ouvrages fondés sur titre ou autorisés** en lien avec les lois de 1919 et de 1980 sur l'utilisation de l'énergie hydraulique :

- **Ouvrage antérieur à 1919 (mais postérieur à 1789)** dont la puissance motrice maximale brute (PMB) < 150 kW : Il demeure autorisé sans limitation de durée et conformément à son titre actuel. Ainsi, soit leur titre demeure de façon perpétuel sous réserve de disposer du règlement d'eau, soit ces ouvrages sont supprimés d'office par une mesure de police de l'eau.
- **Ouvrage antérieur à 1919 (mais postérieur à 1789)** dont PMB > 150 kW : Il demeure autorisé pour une durée de 75 ans à compter de 1919, soit jusqu'à 1994. A l'expiration de cette période (et en dehors du régime des concessions), une nouvelle demande d'autorisation doit être faite sans quoi l'ouvrage n'est plus autorisé. Quant aux concessions arrivées à expiration, elles deviennent normalement propriété de l'Etat.

- **Ouvrage postérieur à 1919** dont  $PMB > 150$  kW : l'ouvrage est soumis de plein droit au régime de l'autorisation ou de la concession. L'autorisation est délivrée le plus souvent pour une durée de 30 ans. A l'expiration de l'autorisation ou de la concession, il est nécessaire de faire une demande de renouvellement dans les conditions prescrites par la loi, à défaut le permissionnaire/concessionnaire est tenu de rétablir le libre écoulement du cours d'eau.

Aujourd'hui, beaucoup de ces ouvrages peuvent présenter un caractère « non autorisé » dans les cas suivants :

- Toute installation hydroélectrique ayant été soumise à une autorisation pour 75 ans au titre de la loi de 1919 dont l'échéance de l'autorisation est dépassée (à partir de 1994) et qui n'a pas bénéficié du renouvellement automatique pour 30 ans qui existait dans le cadre de la loi de 1919 avant que la loi du 3 janvier 1992 sur l'eau ne la remplace par la procédure de « délais glissants ».
- Tout seuil ou barrage soumis à autorisation et dont l'autorisation est échue.
- Tout barrage (hors Etat) avec vannage réglant la ligne d'eau construit après 1789 (ou dont les vannages ont été aménagés après 1789), sans règlement d'eau ou document suffisamment détaillé pour faire office « d'autorisation », y compris les installations hydroélectriques d'avant 1919 d'une puissance inférieure à 150 KW.
- Tout seuil ou barrage non régularisé après relance par l'administration ;
- Tout seuil faisant l'objet d'une cessation définitive, ou pour une période supérieure à deux ans, de l'exploitation ou de l'affectation indiquée dans l'autorisation ou la déclaration d'un ouvrage ou d'une installation n'ayant pas fait l'objet d'une déclaration par l'exploitant, ou, à défaut, par le propriétaire, auprès du préfet dans le mois qui suit la cessation définitive ou le changement d'affectation et au plus tard un mois avant que l'arrêt de plus de deux ans ne soit effectif. En cas de cessation définitive ou d'arrêt de plus de deux ans, il est fait application des dispositions de l'article R. 214-48 du code de l'environnement (modification par décret n° 2014-750 du 1er juillet 2014 harmonisant la procédure d'autorisation des installations hydroélectriques avec celle des installations, ouvrages, travaux et activités prévue à l'article L. 214-3 du code de l'environnement).

En cas de cessation définitive, il est fait application des dispositions prévues à l'article L. 214-3-1. La déclaration d'arrêt d'exploitation de plus de deux ans est accompagnée d'une note expliquant les raisons de cet arrêt et la date prévisionnelle de reprise de cette exploitation. Le préfet peut émettre toutes prescriptions conservatoires afin de protéger les intérêts énoncés à l'article L. 211-1 pendant cette période d'arrêt. Si l'exploitation n'est pas reprise à la date prévisionnelle déclarée, le préfet peut, l'exploitant ou le propriétaire entendu, considérer l'exploitation comme définitivement arrêtée et fixer les prescriptions relatives à l'arrêt définitif de cette exploitation et à la remise en état du site.

**Les conséquences :** Sachant qu'un ouvrage non autorisé ne peut plus utiliser la force motrice de l'eau, il n'a donc plus d'existence légale. Ainsi, le propriétaire peut être mis en demeure de rétablir le libre écoulement des eaux et de remettre le site en état.

### 2.3.3. Bilan sur le statut et la réglementation des ouvrages hydrauliques

La réglementation des ouvrages hydrauliques en vigueur est synthétisée dans les tableaux suivants :

	Domaine Public Fluvial	Cours d'eau non domanial
Fondé <u>en</u> Titre	Avant 1566 – <i>Edit de Moulins</i> <b>Avant 1678 pour Franche-Comté</b> ( <i>Traité de Nimègue</i> )	Avant 04 Août 1789
Fondé <u>sur</u> Titre	Après 1566 – Edit de Moulins <b>Après 1678 pour Franche-Comté</b> ( <i>Traité de Nimègue</i> )	Après 04 Août 1789

**Fig. 3. Statut des ouvrages hydrauliques**

	Validité du droit d'eau	Perte du droit d'eau
Fondé en Titre	- Preuve existence - En état de fonctionnement	- Ruine - Changement d'affectation des ouvrages
Fondé sur Titre < 150kW avant 1919	Soumis à l'existence d'un règlement d'eau	- Pas de règlement d'eau - Acte de Police de l'Eau
>150kW avant 1919	75 ans (1994)	- Pas de renouvellement
>150kW après 1919	Régime autorisation (30 ans)	- Acte de Police de l'Eau

**Fig. 4. Réglementation des ouvrages en fonction de leur statut**

#### Cas de la Cent Fonts

La Cent Fonts au droit de la commune de Saulon-la-Rue est un cours d'eau non domanial. Ainsi, le fondement en titre des ouvrages hydrauliques s'analyse par rapport à la date du **04 août 1789**, dans la mesure du respect de leur consistance légale.

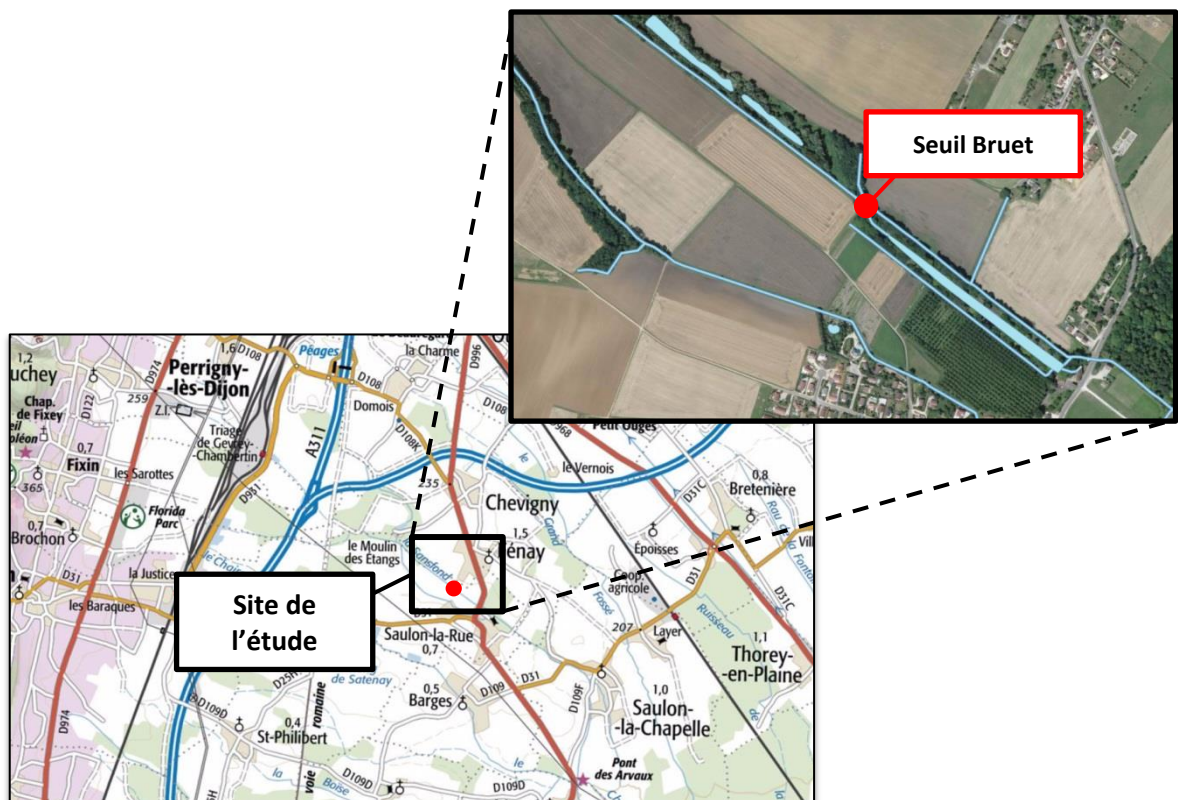
### 3. ETAT DES LIEUX - DIAGNOSTIC

#### 3.1. LOCALISATION DU SITE

La Cent Fonts, cours d'eau de Bourgogne, prend sa source à 227 m d'altitude sur la commune de Perrigny-lès-Dijon en Côte d'Or (21), au niveau de la ferme de la « Sans Fond ». Ce cours d'eau de 16.3 km conflue avec la Vouge au niveau de l'abbaye de Cîteaux. Initialement, la Cent Fonts confluaient avec la Varaude, aux abords de Noiron-sous-Gevrey mais manquant d'eau, les moines de Cîteaux décidèrent au début du XIIIème siècle de prolonger la Cent Fonts jusqu'à leur abbaye. Pour ce faire, ils durent creuser un canal sur près de 11 km et édifier un pont-canal au niveau de Noiron-sous-Gevrey, permettant le passage de la Cent Fonts au-dessus de la Varaude.

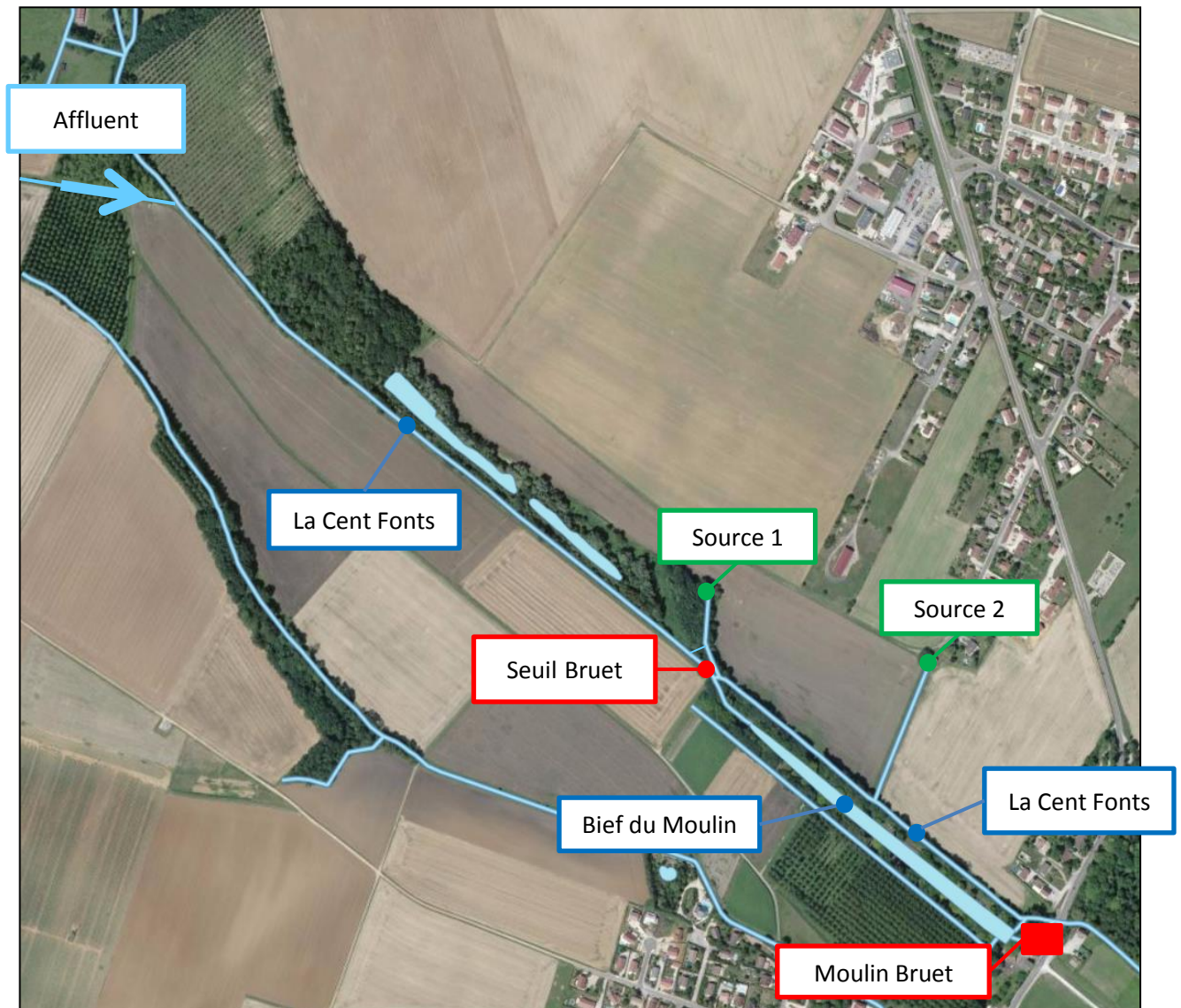
Le seuil du moulin Bruet, lui, est situé sur la commune de Saulon-la-Rue (21), à presque 3km de la source de la Cent Fonts.

Cet ouvrage est référencé dans le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) développé par l'ONEMA, sous l'identifiant ROE22373.



**Fig. 5. Localisation du secteur d'étude**

Le secteur d'étude correspond à la Cent Fonts sur 1.5 km ainsi que l'ensemble hydraulique du moulin Bruet (dont le seuil mis à l'étude).



**Fig. 6.** Localisation des différents ouvrages et particularités du secteur d'étude

## 3.2. DESCRIPTION DU SECTEUR D'ETUDE

### 3.2.1. Bref historique

Même si la date précise n'est pas connue, le moulin Bruet a été fondé avant la parution de la carte de Cassini (1759). En effet, ce dernier apparaît clairement sur la dite-carte même si c'est sous un autre nom. Il est également présent sur la carte de l'état-major (1820-1866).



*Fig. 7. Secteur d'étude – Extrait de la carte de Cassini*



*Fig. 8. Secteur d'étude – Extrait de la carte de l'Etat-Major*

Aménagé en rive droite de la Cent Fonts, la destination du moulin était à l'origine l'usage de la force motrice de l'eau en qualité de moulin à grain.

### 3.2.2. Le secteur d'étude aujourd'hui

Le moulin Bruet a eu un nouvel acquéreur récemment, M. Alibert. Ce dernier souhaite que les usages actuels soient conservés pour des raisons d'agrément, nous ferons donc en sorte que le niveau d'eau dans le bief reste le même qu'aujourd'hui dans le cadre des travaux liés à la phase « continuité écologique ».

Le moulin et le bief sont cependant en mauvais état. Ce dernier est particulièrement envasé et très élargi.



**Fig. 9. Le Moulin Bruet (à gauche) et son Bief (à droite)**

Un ouvrage de décharge est présent non-loin du moulin. Cet ouvrage est constitué d'une vanne à fonctionnement manuel et permet de réguler le niveau d'eau dans le bief. Aujourd'hui cet ouvrage est fermé et ne permet aucun écoulement d'eau.



**Fig. 10. Ouvrage de décharge du bief**

Le seuil, quant à lui, est en bon état. Il s'agit d'un seuil en bois constitué en un bloc. La pression de l'eau maintient le seuil contre les berges maçonnées en pierres taillées, et cela suffit à faire l'étanchéité. Seules quelques fuites sans gravité sont à dénoter. La largeur de la passe est de 81cm.

Lors d'un passage sur site au moment de l'étiage, on a pu constater qu'à ce régime hydraulique, le niveau de l'eau dans la Cent Font n'est pas suffisant pour que de l'eau passe au-dessus du seuil. Le coursier à l'aval du seuil est donc relativement à sec.



**Fig. 11. Seuil du moulin Bruet**

Enfin, une brèche est présente au niveau de la berge rive gauche de la Cent Fonts, à l'amont immédiat du seuil. Cette brèche a formé un chenal qui rejoint le lit du petit cours d'eau formé par la source 1 (cf Fig. 4) et l'eau retourne dans la Cent Font à l'aval de l'ouvrage.

En soit, de cette brèche résulte une voie d'eau contournant l'ouvrage et elle met en lumière la possibilité de créer une rivière de contournement pour la restauration de la continuité écologique.



**Fig. 12. Brèche – Côté amont**

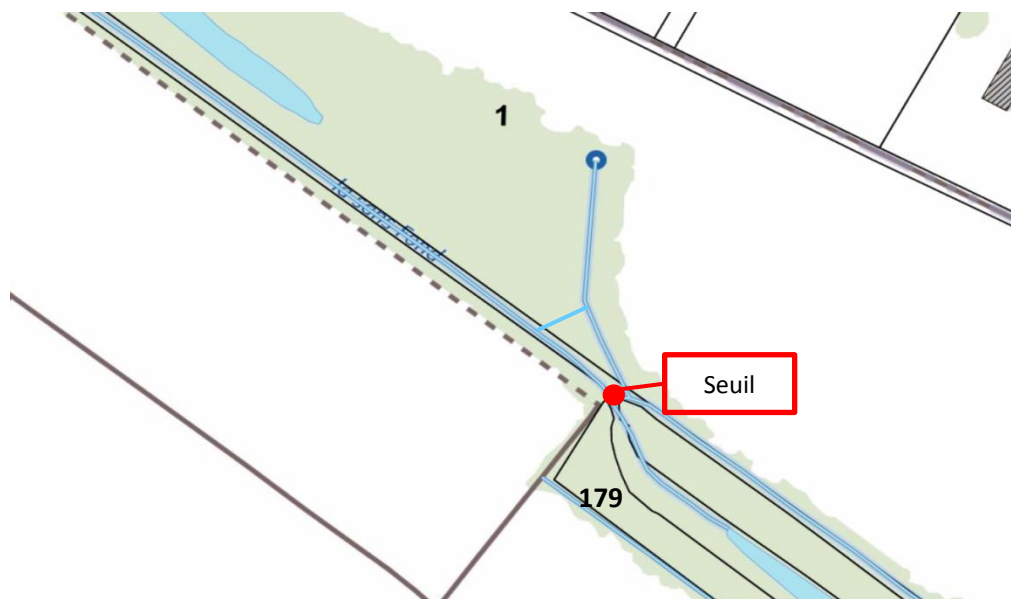
Aussi, un affluent et deux sources viennent alimenter la Cent Fonts dans le domaine d'étude, apportant des débits notoires.

### 3.3. DONNEES ADMINISTRATIVES

#### 3.3.1. Propriété de l'ouvrage et des berges

Comme dit précédemment, le moulin Bruet appartient à M. Alibert.

Les références cadastrales correspondantes sont la parcelle ZA-01 en rive gauche et la parcelle AA-179 en rive droite.



**Fig. 13. Limites cadastrales au droit du seuil du moulin Bruet**

M. Alibert n'est cependant pas propriétaire de la parcelle au droit de la brèche. L'acquisition foncière d'une partie de la parcelle boisée devra donc être opérée avant tout travaux.

#### 3.3.2. Statut administratif

Rappelons que la Cent Fonts au droit de la commune de Saulon-la-Rue étant un cours d'eau non domanial, le fondement en titre des ouvrages hydrauliques inhérents au moulin s'analyse donc par rapport à la Révolution Française (04 Août 1789).

##### 3.3.2.1. RECHERCHE D'ARCHIVES

Après des échanges avec la DDT de Côte-d'Or, le droit d'eau du moulin Bruet nous a été transmis et il est apparu que le moulin est **Fondé en Titre**. En effet, sa présence sur la carte de Cassini confirme son existence avant le 4 Août 1789.

Le tableau ci-dessous regroupe les informations obtenues auprès de la DDT de Côte-d'Or :

Historique	Evènement
------------	-----------

Epoque Cassini (~ 1759)	Moulin visible sur la carte de Cassini mais sous un autre nom
26 Janvier 1855	Un plan et détails de l'ensemble hydraulique du moulin Bruet : plan et présentation de l'arrivée d'eau, du seuil, du bief, de la vanne de décharge du bief et du système hydraulique dans le moulin (vannes + roues).
14 Avril 1855	Un arrêté préfectoral faisant foi du fondement sur titre du moulin
09 Février 1856	Un procès-verbal de récolement décrivant les cotes légales du seuil du moulin, d'un vannage de décharge au niveau du seuil (aujourd'hui absent du site) et du vannage de décharge situé à l'amont du moulin.

**Tabl. 1 - Historique des informations correspondant au moulin Bruet**

### 3.3.2.2. STATUT ET CONSISTANCE LEGALE

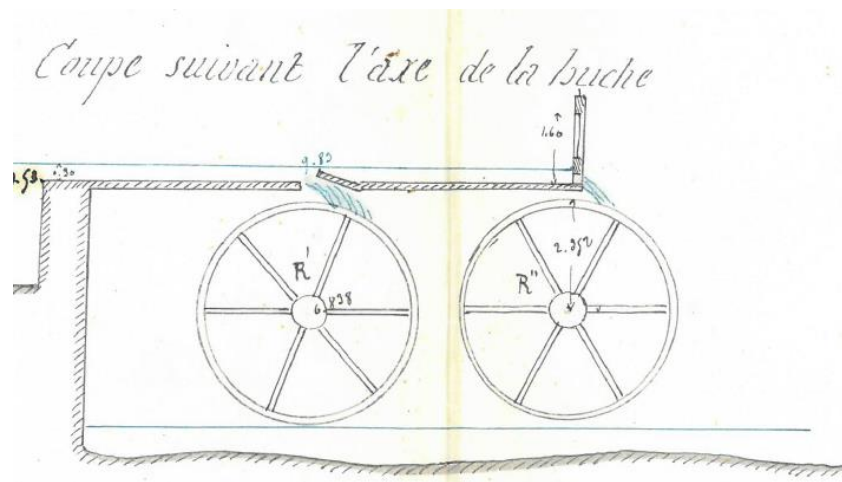
Le moulin Bruet est prouvé être fondé en titre. Le procès-verbal de recollement datant du 9 Février 1856 constitue le dernier règlement d'eau du moulin. Ce procès-verbal ne décrit pas les ouvrages moteurs du moulin, indiquant que ces derniers le sont dans le procès-verbal de visite des lieux du 11 septembre 1854, document que nous n'avons pas pu consulter.

Le moulin Bruet est composé de :

- Un ensemble hydraulique du moulin constitué de deux roues hydrauliques et d'une vanne ;
- Des ouvrages de régulation.

Les principales caractéristiques géométriques des ouvrages sont les suivants :

- L'ensemble hydraulique du moulin :
  - Les roues hydrauliques font 3m de large et 2,52m de diamètre extérieur (d'après le plan du 26 janvier 1855) ;
  - Une vanne d'1.60m de hauteur.



**Fig. 14. Disposition des roues hydrauliques (source : plan du 26 janvier 1855)**

- Les ouvrages de régulation :
  - Un déversoir positionné à l'amont du bief de longueur 2.00m et dont la crête se situe à 0.92m du « repère nouveau » ;

- Un vannage de décharge placé à côté du déversoir de largeur 0.80m et dont la crête se situe aussi à 0.92m du repère nouveau ;
- Un vannage de décharge placé à 90m du moulin en rive gauche du bief, large de 0.70m et dont la crête se situe à 1.02m du repère nouveau ;

Le repère nouveau est défini dans le procès-verbal de la façon suivante : « J'ai pris pour repère nouveau le seuil ou pertuis placé en tête du bief et qui, d'après le plan du 26 janvier 1855, est à 2.39m en contre bas du repère indiqué au règlement ».



**Fig. 15. Extrait du plan du 26 janvier 1855 – amont du bief**

Le repère décrit ci-dessus n'existe plus aujourd'hui : ce seuil défini « en tête du bief » n'est plus en place.

### **3.3.3. Conformité de l'ensemble hydraulique**

Dans le PV de récolement de 1856, il est dit que la crête du déversoir était trop élevée de 0.01m, ce qui était insignifiant et était dans les limites de ce que la loi pouvait accorder. Un défaut de section des vannages de décharge de 0.27m<sup>2</sup> a été aussi relevé mais qu'il ne fallait y attacher aucune importance.

Aujourd'hui, plusieurs ouvrages mentionnés dans le dernier règlement d'eau ont disparu ou ont été modifiés, notamment au niveau de l'amont direct du bief (vannage de décharge remplacé par un seuil, ...).

Nous ne sommes pas en mesure d'accéder aux côtes réelles du droit d'eau étant donné que le « repère nouveau » n'existe plus. Il nous est donc impossible de savoir si les caractéristiques géométriques des ouvrages en place sont conformes.

**A défaut de preuve contraire, on peut considérer l'ouvrage comme conforme.**

## 3.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

### 3.4.1. Hydrologie

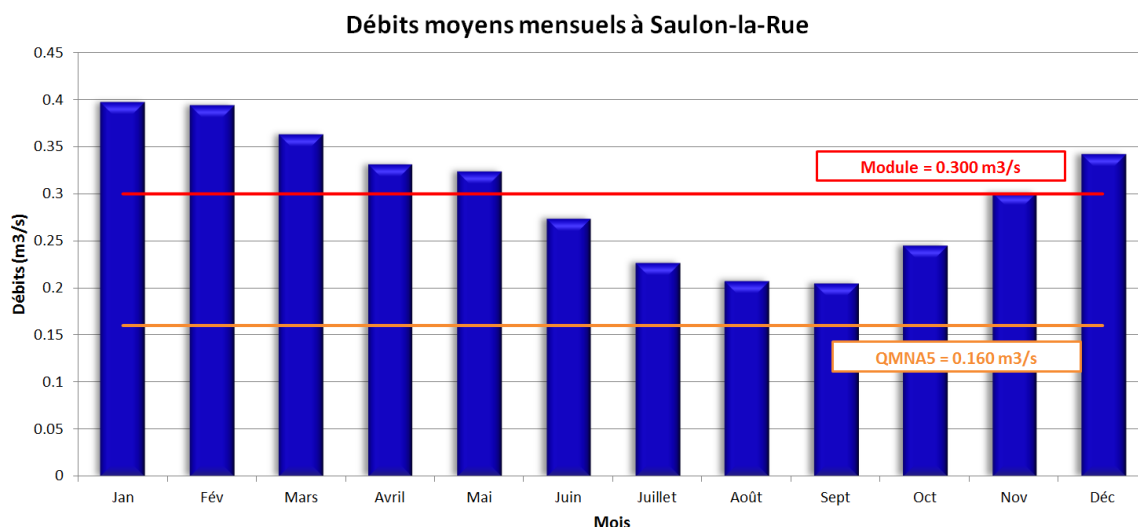
Les caractéristiques hydrologiques du site sont estimées à partir de données issues de station hydrométriques proches. Ces stations sont gérées par la DREAL Bourgogne – Franche Comté et les informations collectées sont disponibles via le site de la Banque Hydro.

Les données hydrologiques disponibles les plus proches et les plus représentatives du site d'étude correspondent aux données acquises sur la station de « La Sansfond à Saulon-la-Rue ». Cette station est située à seulement 1.2 km à l'aval de l'ouvrage mis à l'étude et, malgré la confluence de la Cent Fonts avec le ru de Brochon entre notre secteur d'étude et la station hydrométrique, les débits relevés restent proches (différence inférieure à 10% d'après la comparaison avec nos propres données). Nous utiliserons donc les données hydrologiques issues de la station de Saulon-la-Rue comme débits caractéristiques au droit du seuil du moulin Bruet. Cette station est exploitée depuis 1981, soit depuis plus de 36 ans. Cette durée est suffisante pour justifier l'intérêt statistique des données collectées et leur exploitation.

Station	Saulon-la-Rue
Surface bassin versant (km <sup>2</sup> )	51.5
Période d'exploitation	1981 - 2017
Module (m <sup>3</sup> /s)	0.300
<b>Débits d'étiage (m<sup>3</sup>/s)</b>	
VCN10 biennal	0.180
QMNA5	0.160
<b>Débits de crue (m<sup>3</sup>/s)</b>	
Q2	1.400
Q5	2.200
Q10	2.700
Q20	3.200
Q50	3.900

**Tabl. 2 - Débits caractéristiques au droit du seuil du moulin Bruet**

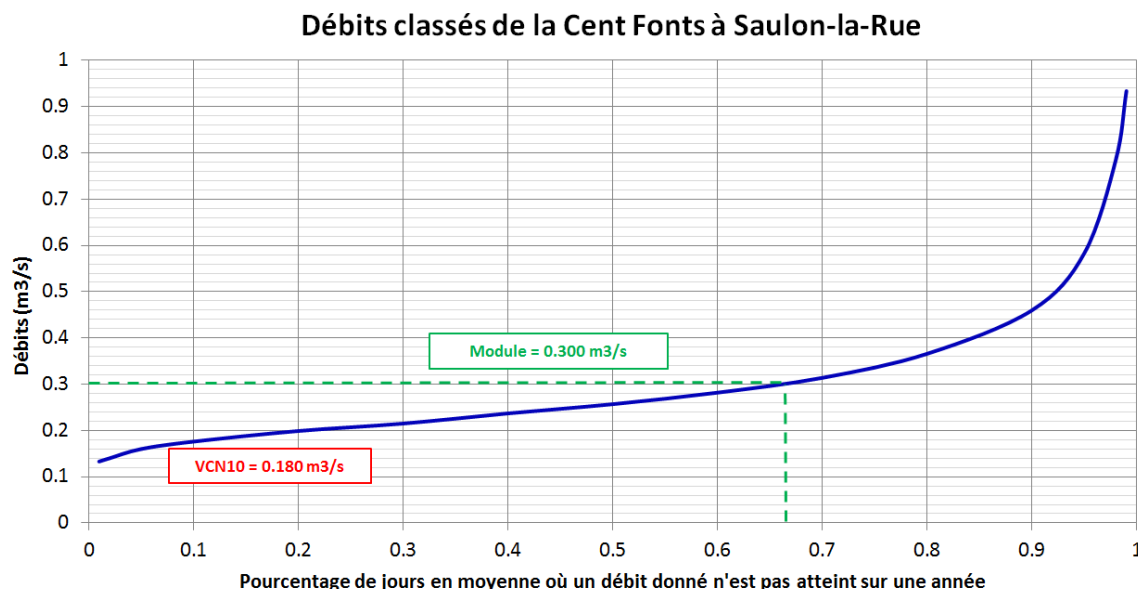
**ÉCOULEMENTS MOYENS MENSUELS ET DEBIT MOYEN**



**Fig. 16. Débits moyens mensuels de la Cent Fonts à Saulon-la-Rue**

Le régime hydrologique de la Cent Fonts présente deux phases distinctes : une période de hautes eaux qui s'étend de décembre à mars, et tout particulièrement en janvier et février où le débit moyen est maximal, et une période de basses eaux durant la saison estivale, de juillet à octobre. Le régime hydrologique est de type pluvial océanique.

**DEBITS CLASSES**



**Fig. 17. Courbe des débits classés de la Cent Fonts à Saulon-la-Rue**

Il est intéressant de souligner quelques valeurs de débits caractéristiques qui pourront s'avérer utiles dans la suite de l'étude, notamment concernant les plages de fonctionnement de la rivière de

contournement : le débit médian  $Q_{50}$ , ainsi que les  $Q_{10}$  et  $Q_{90}$  (débits dont les fréquences de non dépassement sont respectivement 0.50, 0.10 et 0.90).

Localisation	Surface BV (km <sup>2</sup> )	Débits caractéristiques (m <sup>3</sup> /s)		
		Q <sub>10%</sub>	Q <sub>50%</sub>	Q <sub>90%</sub>
Saulon-la-Rue	51.5	0.176	0.257	0.460

**Tabl. 3 - Quelques valeurs de débits caractéristiques**

### 3.4.2. Fonctionnement hydraulique

Afin de bien caler le futur dispositif de franchissement piscicole, il est essentiel de connaître les variations de niveaux d'eau en fonction des variations de débits. Pour cela, une modélisation mathématique a été réalisée à partir des données topographiques disponibles et des mesures de terrain.

Rappelons que tout modèle est une représentation « simplifiée » de la réalité. En hydraulique, un modèle est un outil pour :

- Estimer les cotes d'eau pour différentes situations hydrologiques ;
- Tester d'autres fonctionnements possibles par l'aménagement des cours d'eau, de leurs abords et/ou des ouvrages.

#### 3.4.2.1. METHODE

##### Construction du modèle hydraulique

L'outil de modélisation employé est le logiciel HEC-RAS (version 4.1.0). Ce logiciel intégré pour l'analyse hydraulique, conçu par le Hydrologic Engineering Center de l'U.S Army Corps of Engineers, permet de simuler les écoulements à surface libre.

Le modèle réalisé représente la configuration hydrographique de la Cent Fonts au droit du seuil du moulin Bruet sur la base de différents relevés topographiques : un profil en long réalisé par le cabinet de géomètres Géoplans (démarché par Artelia) et des profils en travers réalisés par Burgeap en 2012 et BRL en 2013.

Le lit mineur est représenté par ces différents profils en travers, en respectant la côte du fond relevé par Géoplans lors du relevé du profil en long.

Plus précisément, la topologie du modèle hydraulique comprend 55 points de calcul, incluant 9 profils en travers relevés par Burgeap et 4 par BRL, ainsi que plusieurs profils extrapolés de ceux qui ont été relevés.

Les données nous ayant été fournies (Burgeap et BRL) commencent à dater et il est possible que le lit de la Cent Fonts ait évolué depuis. Ceci pourrait causer une légère différence entre nos résultats théoriques (modélisation) et les résultats observables après réalisation des travaux.

##### Hypothèses

Les hypothèses de modélisation sont les suivantes :

- Modélisation en régime permanent, non débordant ;

- Conditions amont et aval : Pente moyenne normale ;
- Seuil modélisé d'après les caractéristiques géométriques relevées sur le terrain (absence de données topographiques plus précises), avec un coefficient de seuil pris égal à 0.385 ;
- Rugosité du lit mineur : Ks de 30.

### Calage du modèle

Le modèle a été calé à partir de trois jeux de mesure pour assurer une bonne précision :

- Jeu n°1 : Hauteurs d'eau et débits relevés par Artelia et le Syndicat du Bassin versant de la Vouge à l'occasion de la première visite de terrain le 24/03/2017. Ces relevés correspondent à un débit de 270l/s à la station de Saulon-la-Rue.
- Jeu n°2 : Hauteurs d'eau relevées tout au long du cours d'eau lors du passage du géomètre de Géoplans les 17 et 18 mai 2017, correspondant à un débit de 230l/s à la station de Saulon-la-Rue. Il est important de préciser qu'aucun événement climatique n'a modifié le régime hydraulique de la Cent Fonts entre le 17 et le 18 mai.
- Jeu n°3 : Hauteurs d'eau et débits relevés par Artelia le 22 juin 2017. La station de Saulon-la-Rue indiquait un débit de 160 l/s ce jour-ci, ce qui correspond parfaitement au QMNA5 (étiage) de la Cent Fonts.



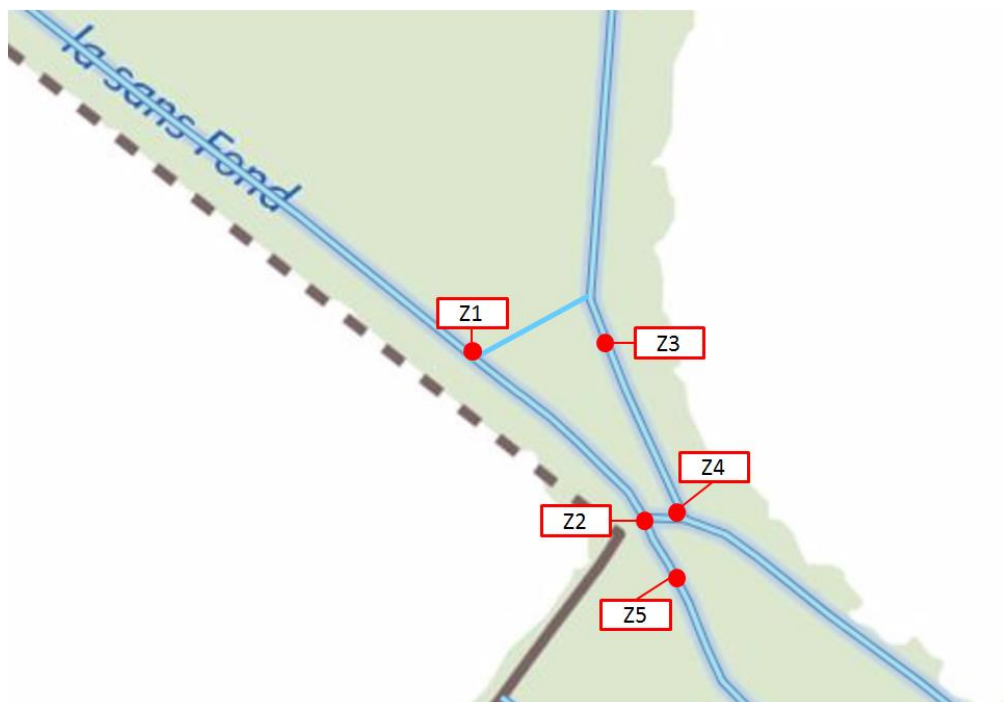
**Fig. 18. Repères de mesure situés sur la passerelle à l'aval du ru de Brochon (à gauche) et à l'aval du seuil du moulin (à droite)**

Pour résumer, au droit du futur dispositif, les données de calage sont les suivantes :

Débits caractéristiques		Passerelle Amont (m NGF)	Z1 (m NGF)	Z2 (m NGF)	Z3 (m NGF)	Z4 (m NGF)	Z5 (m NGF)	Source
Date	Valeur (m3/s)							
24/03/2017	0,270	217,66	215,42	215,42	214,65	214,65	215,40	Artelia
17/05/2017 & 18/05/2017	0,230	Indisp.	215,40	215,38	214,63	214,63	215,38	Géoplans
22/06/2017	0,160	217,65	215,33	215,32	214,59	214,60	215,31	Artelia

**Tabl. 4 - Données de calage du modèle hydraulique**

Où « Passerelle Amont » fait référence à la côte du niveau d'eau sous la passerelle située à l'aval du ru de Brochon et où les « Z » sont les côtes du niveau d'eau aux abords du site d'implantation de la passe à poissons, localisés sur la figure suivante :



**Fig. 19. Localisation des repères aux abords du site d'implantation de la passe à poissons**

#### 3.4.2.2. RESULTATS

Les simulations ont été réalisées pour les débits allant du débit d'étiage sévère au débit de crue morphogène (Q2).

La hauteur de chute au droit du moulin Bruet varie de 0.74m à 1.25 m.

Débits caractéristiques		Zamont (m NGF)	Zaval (m NGF)	Hauteur de chute (m)
Débits caractéristiques	Valeur (m <sup>3</sup> /s)			
QMNA5	0.16	215.33	214.59	0.74
Module	0.300	215.43	214.68	0.75
2xModule	0.600	215.50	214.72	0.78
3xModule	0.900	215.64	214.88	0.76
Q2	1.400	216.26	215.01	1.25

**Tabl. 5 - Résultats des simulations hydrauliques réalisées avec le logiciel HECRAS**

Ce comportement hydraulique révèle un marnage relativement faible entre les débits limites de la plage : le niveau d'eau varie de 93 cm à l'amont entre le QMNA5 et le Q2, et de 42 cm à l'aval.

## 3.5. CONTEXTE HYDRO-ECOLOGIQUE

### 3.5.1. Description du peuplement piscicole et des enjeux locaux

#### 3.5.1.1. CLASSEMENT « PISCICOLE » DE LA CENT FONTS

Les plans départementaux pour la protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles (PDPG) ont instauré un découpage du réseau hydrographique national en **contextes piscicoles**. Un contexte piscicole est défini comme « une unité spatiale dans laquelle une population de poissons fonctionne de façon autonome. Il est établi pour une population repère dont les caractéristiques sont la représentativité du domaine et l'écosensibilité ».

Il en existe trois :

- **Contexte salmonicole** : sont classés en contexte salmonicole les cours d'eau dont les caractéristiques naturelles conviennent au développement de l'espèce repère du contexte, la Truite Fario, ainsi qu'à ses espèces d'accompagnement.
- **Contexte cyprinicole** : sont classés en contexte cyprinicole les cours d'eau dont les caractéristiques naturelles conviennent au développement de l'espèce repère du contexte, le Brochet, ainsi qu'à ses espèces d'accompagnement.
- **Contexte intermédiaire** : sont classés en contexte intermédiaire les cours d'eau dont les caractéristiques naturelles permettent de trouver conjointement les deux espèces des contextes cités précédemment. Les espèces repères de ce contexte sont l'Ombre commun et les cyprinidés d'eaux vives.

#### Cas de la Cent Fonts

Le tronçon de la Cent Fonts accueillant le seuil du moulin Bruet est classé en contexte salmonicole.

#### 3.5.1.2. CLASSEMENT EN CATEGORIES PISCICOLES

Le classement des cours d'eau en domaines piscicoles est un classement administratif départemental sur lequel s'appuie la **réglementation halieutique**. Basé principalement sur la typologie des cours d'eau et les peuplements piscicoles en place, il permet de classer les cours d'eau selon deux catégories distinctes :

- La 1ère catégorie piscicole : elle correspond à des cours d'eau où vivent principalement des espèces piscicoles d'eaux vives de type Salmonidés (ex : Truite).
- La 2ème catégorie piscicole : elle correspond à des eaux qui abritent majoritairement des populations de poissons de type Cyprinidés.

Ce classement permet avant tout la gestion et l'organisation de la pratique de la pêche de loisir sur le territoire. Il n'est pas représentatif de la qualité des milieux aquatiques et peut être discordant du contexte piscicole : un cours d'eau peut être classé en 2ème catégorie piscicole malgré une typologie caractéristique du contexte salmonicole ou inversement.

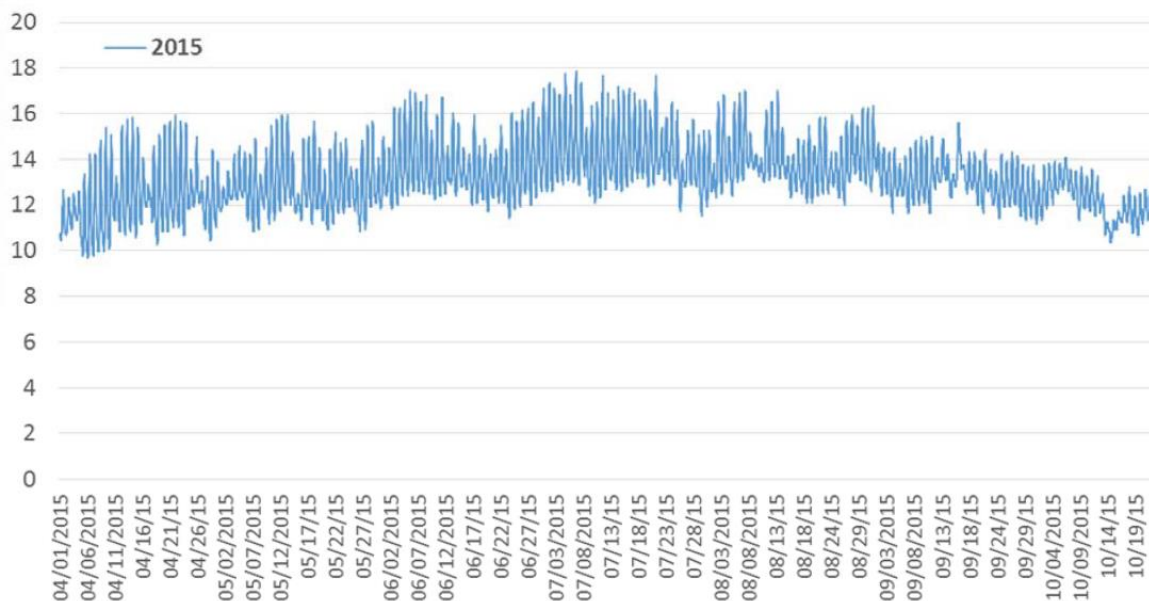
#### Cas de la Cent Fonts

Le tronçon de la Cent Fonts accueillant le seuil du moulin Bruet est classé en première catégorie piscicole.

### 3.5.2. Enjeu thermique

Lors d'une étude réalisée en 2015, la FDPPMA de la Côte d'Or a réalisé un suivi de la température de la Cent Fonts à Fenay (à l'amont direct du notre domaine d'étude).

La thermie est un facteur primordial de répartition des espèces piscicoles le long d'un cours d'eau. En effet, chaque espèce a des exigences très précises en termes de température.



**Fig. 20. Evolution des températures de l'eau sur la Cent Fonts à Fenay entre le 01/04 et le 19/10 en 2015**

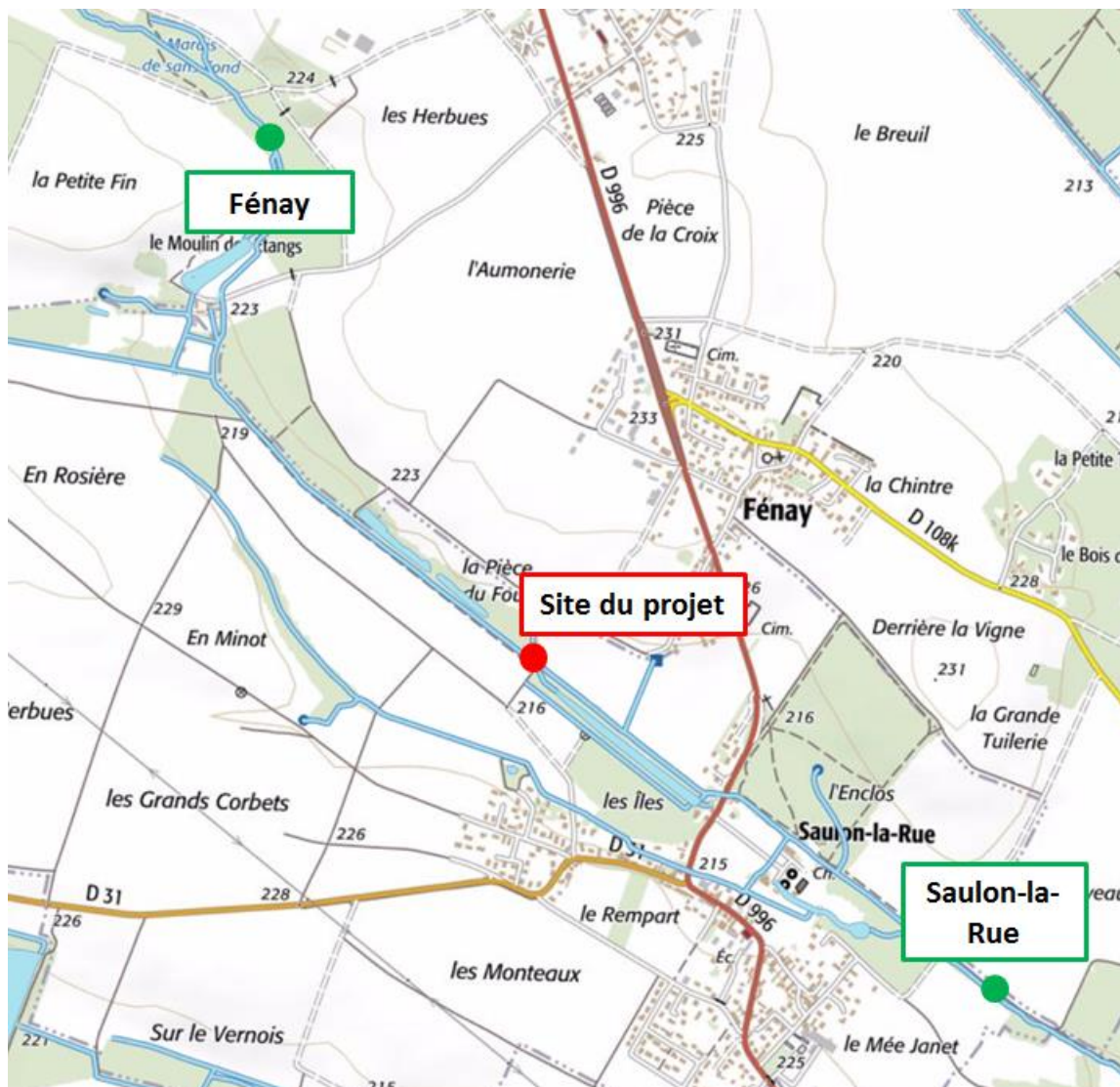
Les températures limites relevées lors de la campagne d'enregistrement sont de 9,7°C pour le minimum et 17,9°C pour le maximum. Aussi, la température moyenne maximale des trente jours les plus chauds se situe à 16,72°C.

Les températures de ce tronçon de la Cent Fonts restent donc très raisonnables sur l'ensemble de l'année, ce qui est favorable au développement de la truite.

### 3.5.3. Peuplement piscicole

Les données collectées sont issues des documents fournis par le Syndicat du Bassin versant de la Vouge. Ce sont des études réalisées par la fédération de pêche de la Côte d'Or intitulées « RESEAU PISCICOLE SUR LE BASSIN VERSANT DE LA VOUGE – Pêches d'inventaire sur la Bièvre, la Cent Fonts et la Vouge » et « DIAGNOSTIC INITIAL PHYSIQUE ET PISCICOLE SUR LE BASSIN VERSANT DE LA VOUGE – Projet de restauration physique stationnelle de la Vouge et de ses affluents ». En complément, une discussion téléphonique a été menée avec la fédération.

Ces documents fournissent des données sur la station de Salon-la-Rue (en 2014) et deux stations très proches l'une de l'autre à Fenay (en 2014 et 2015). La station de Saulon-la-Rue se trouve sur la Cent Fonts, à 1,2km à l'aval du seuil du moulin Bruet tandis que les deux stations de Fenay (« Fenay témoin » et « Fenay projet ») se situent à 1,9km à l'amont, aussi sur la Cent Fonts.

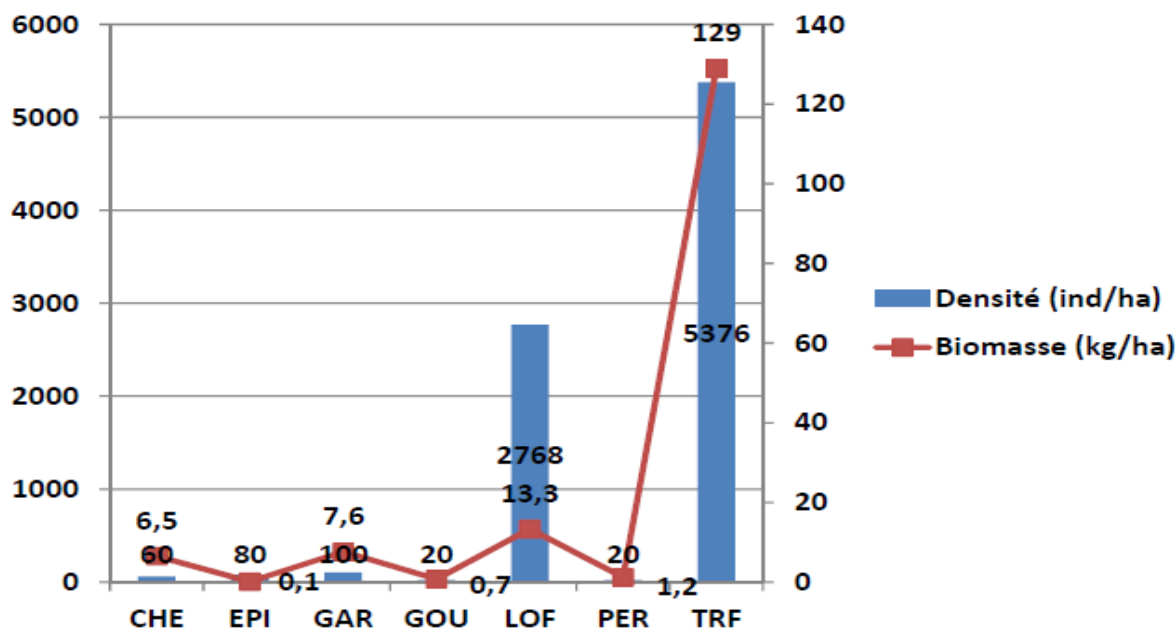


**Fig. 21. Localisation des stations de Fénay et Saulon-la-Rue**

Leur faible distance au seuil fait que ces stations sont bien représentatives du peuplement piscicole sur le secteur d'étude. Nous utilisons donc l'ensemble de ces données pour caractériser la nature du peuplement et définir les espèces cibles à considérer.

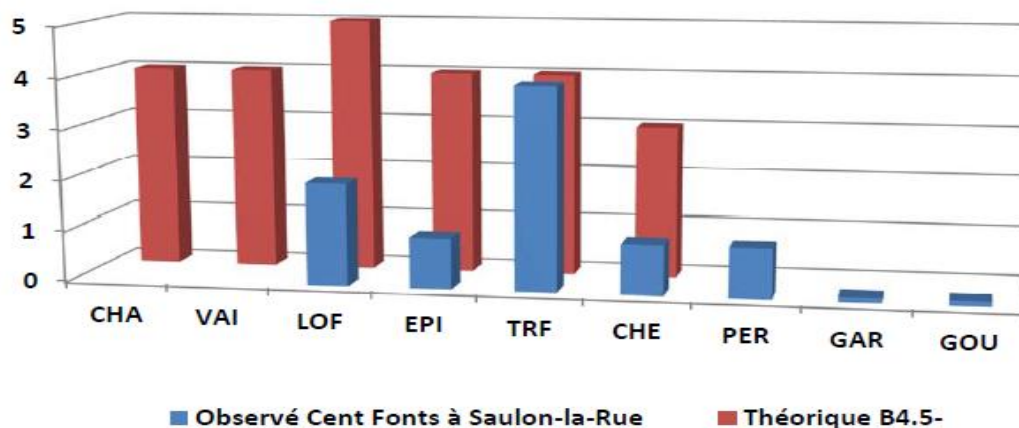
#### **Peuplement piscicole actuel**

- Le peuplement piscicole recensé à la station de Saulon-la-Rue (2014) est le suivant :



**Fig. 22.** Abondance par espèce à Saulon-la-Rue en 2014 (Source : AAPPMA Côte d'Or)

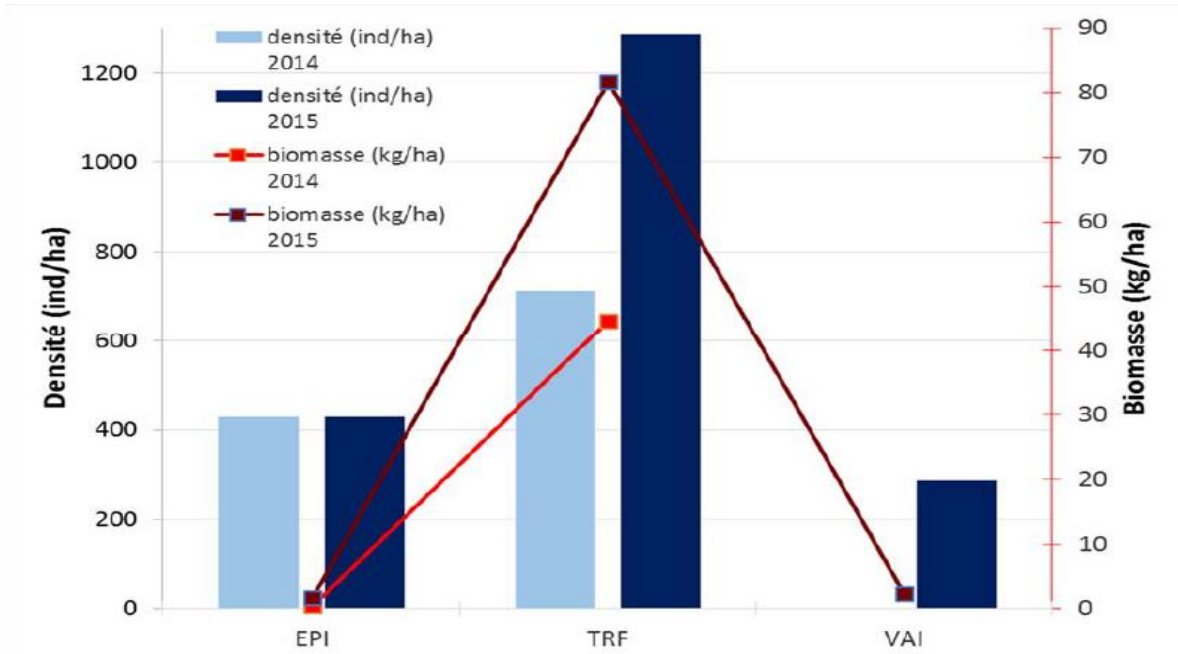
On remarque une très nette domination de la Truite Fario en termes de densité de population, suivie par la Loche Franche. On trouve également des Chevesnes, des Epinoches, Gardons, Goujons et Perches communes mais dans des proportions relativement anecdotiques.



**Fig. 23.** Comparaison des peuplements piscicoles observé et théorique à Saulon-la-Rue en 2014 (Source : AAPPMA Côte d'Or)

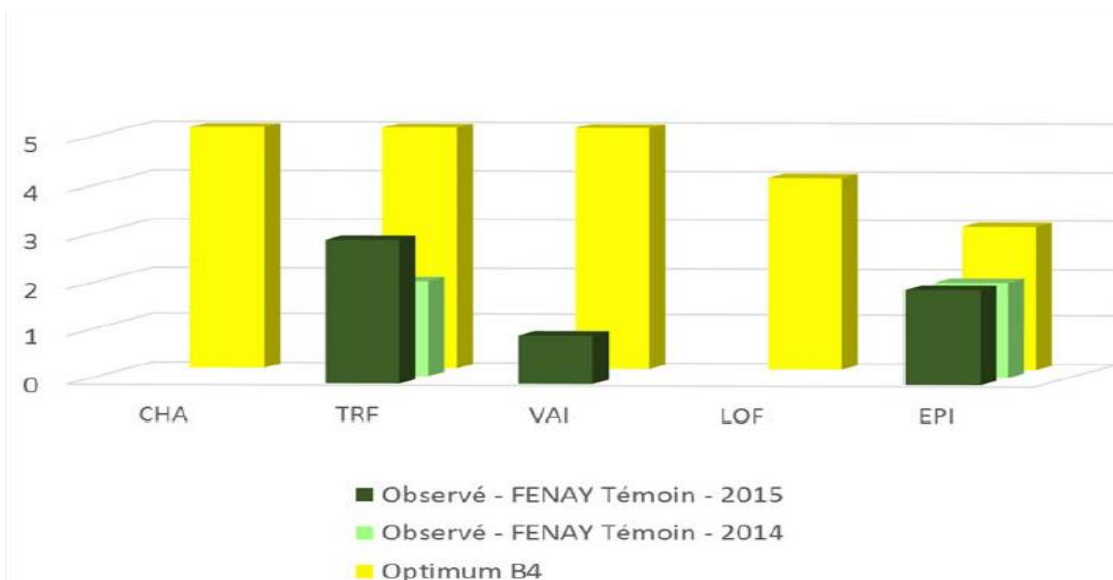
Globalement, le peuplement observé à Saulon-la-Rue est relativement dégradé. En effet, des espèces attendues sont absentes (le Chabot et le Vairon) et des espèces supplémentaires ont été identifiées (la Perche commune, le Gardon et le Goujon). Globalement, les espèces attendues qui ont été recensées sont déficitaires à l'exception de la Truite Fario.

- Le peuplement piscicole recensé aux stations de Fenay sera assimilé à celui de la station « témoin », étant donné que le peuplement relevé au niveau de la station « projet » est particulièrement anecdotique (2 individus en 2014 et 1 en 2015)



**Fig. 24. Abondance par espèce à la station « Fenay témoin » en 2014 et 2015 (Source : AAPPMA Côte d'Or)**

Ici aussi, la Truite Fario est l'espèce piscicole la mieux représentée. Elle est accompagnée d'Epinoches et de Vairons.



**Fig. 25. Comparaison des peuplements piscicoles observé et théorique à Fenay en 2014 et 2015 (Source : AAPPMA Côte d'Or)**

Le peuplement est aussi dégradé à Fenay. Le Chabot et la Loche Franche sont absents sur le secteur et les abondances des espèces qui ont été recensées sont toutes insuffisantes.

Néanmoins, l'ensemble de ces données viennent conforter l'appartenance de la Cent Fonts au « contexte salmonicole » car l'espèce cible est bien la **Truite Fario**. D'après la FDPPMA, des frayères sont présentes et fonctionnelles sur tout le secteur jusqu'à Saulon-la-Chapelle (à l'aval), ce qui signifie que c'est un lieu favorable à la reproduction de l'espèce.

En revanche, aucun grand migrateur (de type Saumon, Anguille, Alose...) n'est présent sur la Cent Fonts.

### 3.5.4. Continuité piscicole et franchissabilité de l'ouvrage

#### 3.5.4.1. ESPECES CIBLES

Le tronçon de la Cent Fonts accueillant le seuil du moulin Bruet est classé en première catégorie piscicole. La seule espèce cible de cette étude est la **Truite Fario**, espèce **protégée sur l'ensemble du territoire national** depuis l'arrêté du 8 déc. 1988.

La passe à poissons devra être compatible à la montaison et à la dévalaison de la Truite Fario uniquement.

#### 3.5.4.2. MOBILITE PISCICOLE ET NOTION DE LIBRE CIRCULATION

##### Les migrations : une nécessité même en eau douce

Afin d'accomplir leur cycle biologique, les organismes aquatiques ont besoin d'accéder à une mosaïque d'habitats plus ou moins étendue, caractérisée par des caractéristiques mésologiques diverses et variées en fonctions des espèces considérées.

Le cours d'eau de la Cent Fonts ne comporte aucun potentiel reconnu pour les grands migrateurs, que sont par exemple l'Anguille, l'Alose ou encore le Saumon atlantique. Le peuplement piscicole est ainsi composé presque uniquement d'espèces holobiotiques, c'est-à-dire des espèces qui réalisent leur cycle biologique entièrement en eau douce. Face à leurs besoins vitaux, et en fonction des conditions hydrologiques, ces espèces sont amenées à réaliser des déplacements qui leur sont indispensables. Ces déplacements (ou migration) ont lieu au sein de l'hydrosystème selon un gradient longitudinal et latéral, entre les zones d'abris/refuge et/ou de repos, les zones de nourrissage/grossissement et les zones de reproduction. Il peut s'agir :

- De déplacements saisonniers pour la reproduction ou encore vers des habitats refuges ;
- De déplacements réguliers entre habitats favorables à l'espèce ;
- De déplacements journaliers entre les zones d'abris et les zone d'alimentation.

En fonction des espèces, ces besoins sont plus ou moins bien marqués, comme par exemple :

- Pour la Truite ou le Brochet, les zones indispensables aux phases successives du cycle vital sont bien individualisées et souvent très éloignées.  
En effet, la Truite fraie sur des zones plutôt lotiques sur fond graveleux non colmaté (souvent sur le cours amont et sur les petits affluents). Les juvéniles vivent dans des milieux peu profonds à vitesse et granulométrie moyennes, puis ils rejoignent des habitats plus propices à leur croissance, situés souvent plus en aval et caractérisés par des hauteurs d'eau plus importantes. Enfin les adultes se retrouvent dans des zones à faciès mixtes se déplaçant entre les zones d'abris profondes et ombragées et les zones plus courantes pour s'alimenter. Ainsi, la Truite est amenée à parcourir un linéaire important

afin de trouver des zones propices à chaque stade de son développement et à sa reproduction.

Le Brochet quant à lui est une espèce limnophile, recherchant des milieux calmes et riches en végétation aquatique. On le retrouve typiquement dans les cours d'eau de plaine (cours d'eau à méandres) mais aussi dans les retenues de moulins ou encore dans les étangs. Le Brochet recherche pour se reproduire des zones végétalisées peu profondes, typiquement les rives de cours d'eau et les plaines d'inondation. Ainsi, l'espèce est amenée à faire de grands déplacements pour rejoindre ces zones propices (jusqu'à 78 km mesurés).

Pour ces deux espèces, les besoins de migration sont stricts pour le maintien d'une population en bon état. Il est possible également de citer d'autres espèces telles que l'Ombre commun ou encore la Lamproie de Planer qui disposent de certaines exigences bien marquées, mais peut-être moins stricts que la Truite ou le Brochet.

- D'autres espèces ont des besoins beaucoup moins marqués du fait :
  - d'exigences pour le substrat de ponte plus limitées ou à plus forte capacité d'adaptation (exemple du Chevesne, du Gardon, de l'Ablette, de la Brème commune, de la Perche, ...)
  - ou bien du fait de plus faibles capacités de déplacement (cas du Chabot notamment).

Pour ces espèces, il est néanmoins nécessaire de maintenir une circulation d'individus reproducteurs de façon à éviter l'isolement génétique dans les biefs cloisonnés par des obstacles physiques infranchissables.

En fonction de leurs besoins et de leurs capacités, certaines espèces sont capables de grands déplacements afin d'assurer les différentes étapes de leur cycle de vie (Ovidio et al., 2002) :

- Truite Fario : 10km environ en moyenne ;
- Brochet : >10km en moyenne (jusqu'à 30km parcourus en 2 mois ;
- Barbeau Fluvial : 3.5 km en moyenne ;
- Chevesne : quelques kilomètres (jusqu'à plus de 10km) ;
- Lamproie de Planer : quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres (Besson et al., 2009).

Certaines espèces, en cas d'isolement, peuvent se reporter sur des habitats de substitution, diminuant ainsi la distance de migration. Cette stratégie de substitution peut être présente chez toutes les espèces mais de façon plus ou moins fonctionnelle. Ainsi, le Barbeau, le Chevesne, le Gardon, ... arriveront plus aisément à trouver des habitats de substitution que la Truite ou le Brochet quant à eux beaucoup plus exigeants. Cependant, elle induit tout de même un succès reproducteur et une survie de la descendance amoindrie par compétition intraspécifique et souvent accentuation de la prédation.

A noter enfin que l'isolement des populations participe directement à leur fragilisation du fait du déficit de brassage génétique indispensable au renouvellement de leur patrimoine génétique, et au même titre que d'autres perturbations de l'hydrosystème contraignant la réalisation des différentes étapes du cycle de vie des espèces.

#### 3.5.4.3. LIBRE CIRCULATION PISCICOLE ET BASES COMPORTEMENTALES (LARINIER ET AL., 1992)

La libre circulation s'entend comme la possibilité de déplacement pour l'espèce cible (ou le peuplement cible) à la montaison et à la dévalaison en dehors des conditions extrêmes sans retard ni dommages.

Cette mobilité doit en théorie être possible un maximum de jours dans l'année. Dans la pratique, une gamme de débits comprise entre le débit d'étiage sévère et deux à trois fois le débit moyen, soit statistiquement environ 90% des jours d'une année, est admise.

A noter que, en fonction de la nature du peuplement piscicole en place, du contexte piscicole propre à l'ouvrage et des périodes de mobilité, cette fenêtre de fonctionnement peut être adaptée.

### **Circulation à la montaison - bases comportementales**

Quelques notions relatives au comportement des poissons face à un obstacle à la montaison sont ici rappelées :

- les poissons se déplacent plutôt en suivant les rives que dans la partie centrale du chenal. Ils ont toujours tendance à remonter dans le courant le plus à l'amont possible, jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés par une chute d'une hauteur infranchissable ou par des courants ou des turbulences trop violentes ;
- l'attractivité d'un « jet » pour le poisson est fonction de sa quantité de mouvement, c'est-à-dire à la fois à son débit et à sa vitesse. Cette attractivité n'est toutefois effective que dans la zone où le jet reste suffisamment individualisé pour être « lisible », c'est-à-dire tant qu'il n'est pas masqué par un autre écoulement venant en compétition.

Les poissons parvenus au point ou à la ligne de plus haute remontée en fonction des courants qu'ils perçoivent en aval du barrage, s'ils n'y trouvent pas de passage, vont rester bloqués au pied de l'ouvrage et/ou tenter de franchir néanmoins l'obstacle. Cela se traduit par :

- un retard de montaison : attente que l'ouvrage devienne franchissable, par exemple à la crue suivante ;
- et/ou épuisement et fréquemment traumatismes (essais répétés et infructueux de franchissement), d'où des mortalités directes ou indirectes ;
- et/ou mortalité par prédation.

### **Circulation à la dévalaison - bases comportementales**

Pour la dévalaison, l'approche comportementale est moins déterminante, et le principal problème rencontré par le poisson est lié aux caractéristiques des ouvrages et aux installations hydroélectriques :

- mortalités directes ou indirectes lors du passage par les turbines ou autres dispositifs (taux très variable selon notamment le type de dispositif et ses caractéristiques, ainsi que la taille du poisson) ;
- blocage en amont des turbines des poissons bloqués par les grilles s'ils ne trouvent pas d'autres exutoires à proximité.

#### 3.5.4.4. CRITERES D'EVALUATION DE LA FRANCHISSABILITE DES OUVRAGES EN RIVIERE

### **A la montaison**

Les ouvrages transversaux présentent un degré de franchissabilité par le poisson à la montaison fonction :

- Des caractéristiques du peuplement piscicole en place :

- Ecologie des espèces : besoins de déplacement en fonction de leur régime alimentaire, de leur cycle de vie, de leurs exigences en termes d'habitats aquatiques et de reproduction, ...
- Biologie des espèces : modes de déplacements, sensibilités à la température de l'eau et autres variables mésologiques, capacités de franchissement (saut, nage), ...
- Structuration des populations : classes d'âges / taille des individus, ...
- Des caractéristiques de l'ouvrage hydraulique :
  - Sa configuration : orientation, hauteur de chute, longueur et rugosité du coursier/radier, épaisseur de crête, présence d'une fosse au pied de l'ouvrage, ...
  - Son fonctionnement hydraulique : évolution du tirant d'eau et de la vitesse d'écoulement en fonction du débit, dissipation de l'énergie en aval et présence (ou positionnement) d'un ressaut hydraulique, ....

### **A la dévalaison**

Pour la dévalaison, les mêmes facteurs de blocage prévalent (biologie et caractéristiques de l'ouvrage), avec une sensibilité particulière en fonction du tirant d'eau, de la longueur du franchissement et des conditions hydrodynamiques au pied de l'ouvrage (fosse et ressaut). A noter que s'ajoute au blocage du poisson en dévalaison, le risque de mortalité induite par le passage dans les turbines ou dans les prises d'eau industrielles ainsi que la mortalité induite par la chute du poisson au droit d'un déversoir par exemple.

Sur ce dernier cas, d'après Larinier et al., 1992, le passage sur les déversoirs et autres évacuateurs de crue des ouvrages de faible chute ne pose en revanche en général pas de problème et reste rarement dommageable, sous réserve toutefois d'une lame d'eau suffisante sur l'ouvrage et/ou d'une profondeur assez importante au pied de l'obstacle, et de l'absence d'éléments agressifs facteurs de traumatisme pour le poisson (exemple caractéristique des enrochements en pied de chute en lieu et place d'une fosse).

Sur l'aspect chute du poisson sur la hauteur de l'ouvrage, il semblerait que des dommages corporels significatifs apparaissent lorsque la vitesse d'impact du poisson sur le plan d'eau aval dépasse 15 à 16 m/s, ce qui représente une hauteur de chute variable en fonction de la taille du poisson : environ 30-40 m pour des poissons de 15 à 18 cm, et 13 m pour des poissons de plus de 60 cm.

Enfin, précisons qu'un ouvrage peut être :

- Difficilement franchissable, c'est-à-dire sélectif pour les espèces et/ou les individus ou bien franchissable temporairement en fonction du fonctionnement hydrodynamique de l'ouvrage (variable suivant le débit),
- Totalement infranchissable, quelque que soient les conditions hydrodynamiques, pour l'ensemble des espèces et des individus.

#### **3.5.4.5. FRANCHISSABILITE DU SEUIL DU MOULIN BRUET A LA MONTAISON**

A la montaison, le poisson fait soit face au seuil Bruet soit, en remontant le chenal creusé par l'écoulement à travers la brèche en rive gauche de la Cent Fonts, à la « colmatation » de la dite-brèche. Ces deux éléments sont totalement infranchissables par la Truite Fario, opposant une hauteur de chute de l'ordre de 50cm au module.

De plus, les simulations hydrauliques révèlent que même en cas de fort débit (supérieur à 3 fois le module), la chute à franchir au niveau des obstacles est de l'ordre de 20/30cm, ce qui serait

éventuellement franchissable, mais au vu de l'escarpement du lit de la Cent Fonts à l'aval des deux obstacles, la hauteur d'eau y est faible (20cm) ce qui est insuffisant pour que le poisson prenne une impulsion et saute le seuil.

Ces constatations justifient le caractère infranchissable de l'ouvrage à la montaison, à tout moment de l'année.

#### 3.5.4.6. FRANCHISSABILITE DU SEUIL DU MOULIN BRUET A LA DEVALAISON

A la dévalaison, l'ouvrage est **difficilement franchissable**. En soit, deux possibilités de franchissement s'offrent au poisson :

- Le saut par-dessus le seuil, réalisable uniquement en cas de tirant d'eau suffisant. En effet, à l'étiage l'eau ne passe pas par-dessus le seuil, le poisson ne trouvera donc simplement pas la voie.



**Fig. 26. Aval direct du seuil à l'étiage (160 l/s)**

- Le passage par la rivière de contournement, réalisable uniquement en cas de tirant d'eau suffisant. En effet, la capacité de saut de la Truite Fario étant de l'ordre de 20cm, le saut deviendrait réalisable à partir du module (d'après les résultats du modèle hydraulique).

Nous tombons donc face à une problématique importante à la dévalaison : celle-ci est actuellement impossible à régime hydraulique faible.

### 3.5.5. Notion de gain écologique

Les dispositifs de franchissement piscicole sont des ouvrages essentiels en termes de restauration de la continuité écologique. Conçus pour favoriser la montaison du poisson, ils permettent aux différentes espèces d'accéder à de nouveaux tronçons de cours d'eau, source de diversité d'habitats et de plus grande richesse du milieu aquatique.

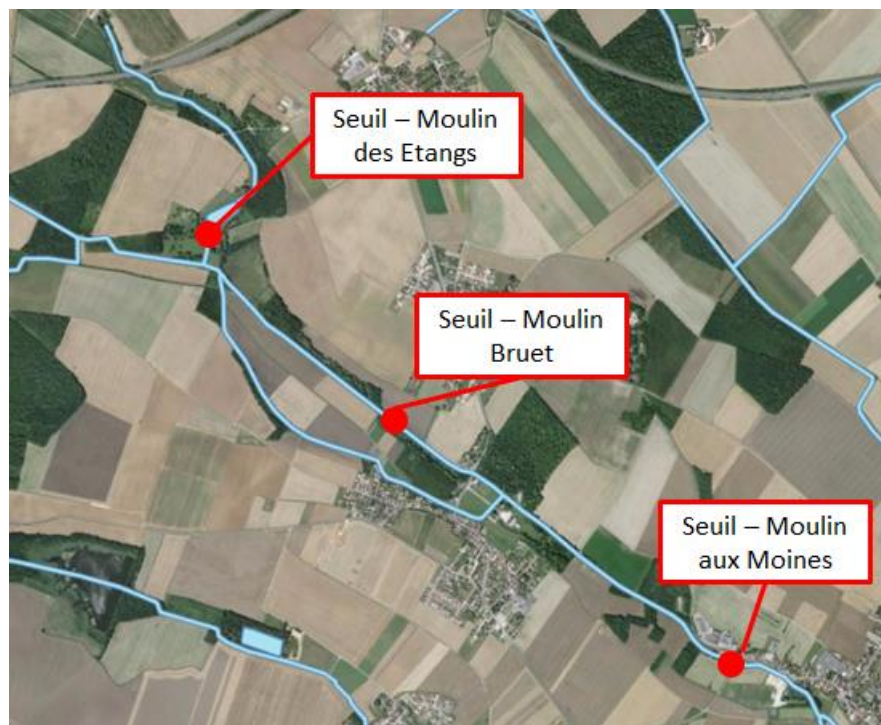
Face à l'ampleur d'un tel projet de restauration et au coût des travaux à réaliser, il est important de garder à l'esprit la notion de gain écologique. Le décloisonnement d'un cours d'eau doit rester significatif vis-à-vis des enjeux piscicoles et des déplacements migratoires envisagés.

L'aménagement d'une passe à poissons à Saulon-la-Rue permettrait de mettre en contact deux linéaires de plusieurs kilomètres de la Cent Fonts qui étaient jusque-là sectionnés par l'ouvrage :

- A l'amont le poisson pourrait remonter la Cent Fonts au-delà même du moulin des Etangs car ce dernier est équipé de sa propre passe à poissons (source : FDPMA Côte d'Or et Syndicat du Bassin versant de la Vouge). Les études et les travaux ont été réalisés par le Syndicat du Bassin versant de la Vouge en octobre 2014 ;
- A l'aval, jusqu'au déversoir du pont aqueduc des Arvaux sur lequel il pourrait être envisagé à moyen/long terme de restaurer la continuité Cent Fonts-Varaude. En effet, les travaux de restauration de la continuité biologique au niveau du moulin aux Moines situé à Saulon-la-Chapelle ont été réalisés par le Syndicat du Bassin versant de la Vouge en août 2017.

Cela représente un linéaire de plus de **7km** qui sera reconnecté, en supposant que le poisson puisse remonter quasiment jusqu'à la source de la Cent Fonts mais aussi dans les cours d'eau annexes, visibles sur la Figure 27.

Le gain écologique est donc important, notamment en considérant que créer cette rivière de contournement augmentera sensiblement la fréquentation des aménagements récemment réalisés sur les moulins adjacents.



**Fig. 27. Visualisation des tronçons reconnectés**

### **3.5.6. Conclusions sur l'enjeu de continuité piscicole**

Le cours d'eau de la Cent Fonts abrite essentiellement des Truites Fario, espèce piscicole holobiotique, aujourd'hui cantonnée au réseau hydrographique du bassin versant.

Cependant, ces individus peuvent effectuer des déplacements relativement importants. Ainsi, la diminution de l'isolement génétique des populations constitue le principal objectif visé par la restauration de la continuité piscicole au droit du moulin Bruet.

Au regard de la population piscicole très ciblée, le dimensionnement de la passe à poissons devra convenir à la seule espèce notable : la Truite Fario.

Le gain écologique suite à la construction d'un tel dispositif est relativement important, puisque le décloisonnement s'étendra sur un linéaire d'environ 7 km sur la Cent Fonts.

## **3.6. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE**

### **3.6.1. Enjeux culturels et paysagers**

Le seuil du moulin Bruet n'est pas localisé en milieu urbain et se situe à plus de 500 m du milieu urbain le plus proche. Ainsi, cet ouvrage n'est pas localisé à proximité d'édifices classés et/ou inscrits au titre de Monuments Historiques.

### **3.6.2. Pêche**

Le secteur d'étude n'est situé sur aucun parcours de pêche. En outre, le parcours de pêche le plus proche est un parcours long de 8 kilomètres sur la Cent Fonts, de Saulon-la-Chapelle à Corcelles-les-Cîteaux. C'est donc relativement loin à l'aval de notre secteur d'études. L'AAPPMA correspondant est « La Saulonnaise ».

La construction de la passe à poissons ne devra donc pas être un obstacle à cet enjeu piscicole, tant durant les travaux qu'après l'implantation définitive du dispositif.

### **3.6.3. Enjeux économiques**

Le moulin Bruet n'est plus en activité actuellement, en revanche, le propriétaire, M. Alibert a pour projet à moyen/long terme d'utiliser la force motrice de la Cent Fonts pour produire de l'hydroélectricité. Le potentiel est estimé à 5kW, l'utilisation sera pour l'autoconsommation.

### **3.6.4. Réseaux**

Après consultation des services techniques, plusieurs réseaux sont recensés à proximité des accès et du secteur d'étude.

Aux abords de l'emprise de la future passe à poissons, on plusieurs réseaux :

- Deux lignes téléphoniques (de chaque côté de la Cent Fonts) ;
- Une ligne d'électricité en hauteur qui traverse le cours d'eau ;



**Fig. 28.** Localisation des réseaux à proximité du secteur d'étude

A noter, que nous n'avons pas eu de retour du conseil départemental de la Côte-d'Or et des services techniques de la Mairie de Fenay.



## **SECTION 2**

# **DESCRIPTION DE L'OUVRAGE PROJETE**

# 1. LE DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

## 1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE

A ce jour, le dispositif de franchissement piscicole retenu par le Syndicat du Bassin versant de la Vouge est une rivière de contournement empruntant le lit déjà dessiné par l'écoulement de la brèche évoquée précédemment en rive gauche de la Cent Fonts.

Le principe de la rivière de contournement consiste à relier les tronçons de cours d'eau en amont et en aval de l'obstacle par un chenal de faible pente, dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses sont réduites grâce à la rugosité du fond et des parois, ainsi que par une succession de singularités (blocs, épis, seuils) plus ou moins régulièrement répartis.

Nous avons estimé la pente moyenne de la rivière de contournement à 1.9%, ce qui est suffisamment faible pour envisager un ouvrage relativement naturel (aménagements assez légers), dans la mesure où l'on dispose de plus de liberté pour réduire les vitesses d'écoulement à des valeurs acceptables pour les espèces piscicoles en place.

Des exemples de rivières de contournement réalisés sur d'autres barrages en France sont présentés ci-dessous :



**Fig. 29.** *Rivière de contournement du barrage d'Avolsheim sur la Bruche (67)*



**Fig. 30.** Rivière de contournement du barrage de Châtillon-sur-Lison sur la Loue (25)

## 1.2. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

L'objectif principal de cette opération vise la restauration de la libre circulation de la Truite Fario sur ce tronçon.

Le dimensionnement de la passe à poissons a pris comme base de réflexion les éléments suivants :

- Le ciblage du peuplement piscicole susceptible d'emprunter la passe ;
- La détermination de la plage de fonctionnement de la passe ;
- La prise en compte d'hypothèses hydrauliques clés.

### 1.2.1. Peuplement piscicole « cible » : exigences écologiques et caractéristiques physiologiques

Le peuplement piscicole de la Cent Fonts au droit du moulin Bruet est dominé par des espèces salmonicoles, Truite Fario et ses espèces d'accompagnement : Vairon et Epinochette à l'amont, Loche Franche, Chevesne et Perche Commune à l'aval (en omettant les espèces présentes de manière anecdotiques).

Tenant compte des contraintes techniques locales, et eu égard au peuplement en place, il semble évident de cibler l'enjeu de restauration de la continuité sur la Truite Fario et ses espèces accompagnatrices. La valeur patrimoniale de la Truite Fario renforce encore cette tendance.

Les critères hydrauliques retenus pour la conception du dispositif sont les critères limitants la Truite Fario, c'est-à-dire :

Espèce	Vitesse d'écoulement maximale (m/s)	Hauteur d'eau minimale dans l'ouvrage (m)	Puissance dissipée maximale (W/m <sup>3</sup> )
Truite fario	1.80 - 2.00	0.20	200 - 250

**Fig. 31. Critères hydrauliques retenus pour le dimensionnement du dispositif**

### 1.2.2. Plage de fonctionnement du dispositif

Les débits de fonctionnement doivent prendre en compte les périodes de déplacement des espèces cibles.

Tenant compte du peuplement ciblé pour la restauration de la continuité piscicole, et des périodes à enjeux (déplacement, reproduction) pour ces différentes espèces, l'ouvrage devra être fonctionnel un maximum de jours sur l'année, et tout particulièrement sur la période d'octobre à mars, période correspondant aux migrations de la Truite Fario à l'occasion de son processus de reproduction.

Pour faire en sorte que la passe à poissons soit fonctionnelle le plus souvent possible sur l'année, nous recommandons un débit de projet équivalent au débit moyen ou module interannuel ( $Q_{mod}$  estimé : 0.300m<sup>3</sup>/s) et des débits compris entre le débit d'étiage sévère QMNA5 estimé à 0.160m<sup>3</sup>/s et 3 fois le module (soit 0.900m<sup>3</sup>/s). Une telle plage de débits permettrait statistiquement un fonctionnement du dispositif adapté à l'enjeu de restauration et aux besoins des espèces présentées sur environ 90 % de l'année (soit près de 330 jours par an).

Les débits de la Cent Fonts durant la période de migration de la truite étant généralement plus élevés que la moyenne (Q50%), la passe à poissons devrait fonctionner sur la totalité de cette période clé.

### 1.2.3. Hypothèses hydrauliques

Le dimensionnement de la rivière de contournement est basé sur des hypothèses de conception conditionnant le fonctionnement hydraulique du dispositif. Celles-ci ont été fixées en fonction des caractéristiques géométriques de la Cent Fonts à l'amont et l'aval de la future rivière de contournement.

Les hypothèses retenues pour le dimensionnement de la passe à poissons sont les suivantes :

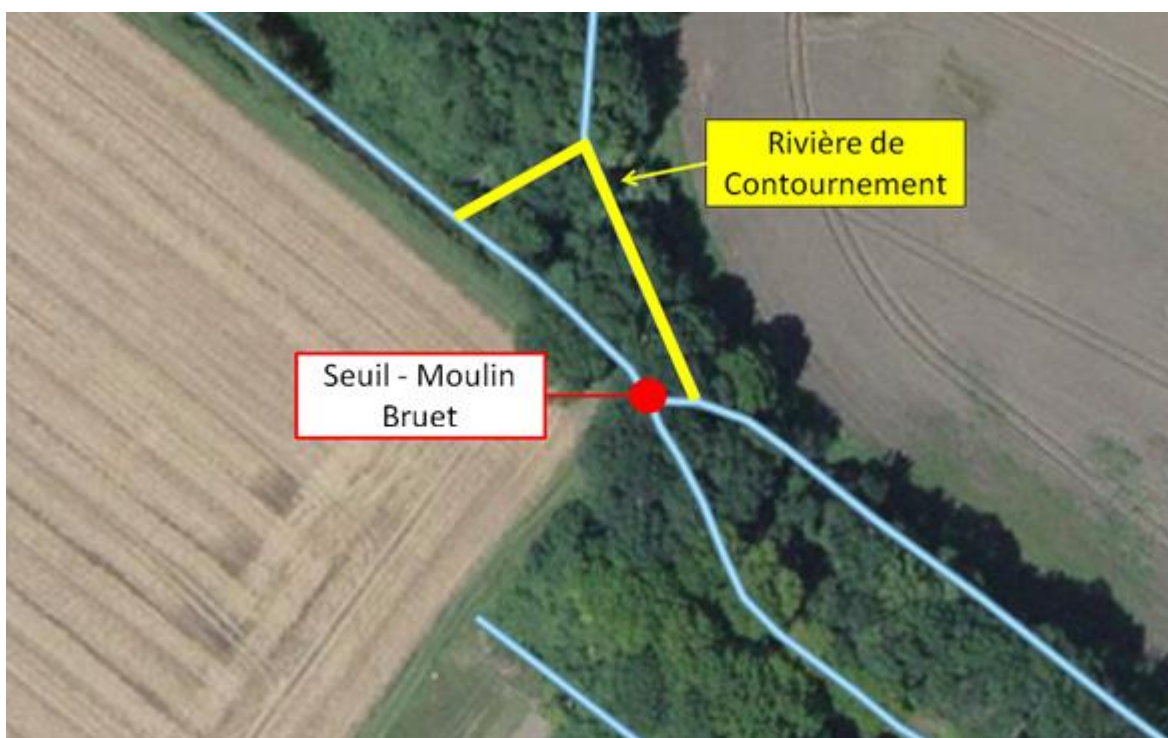
- Respecter le débit minimum biologique de 50 L/s (en lien avec la décision des services de l'Etat sur les deux passes à poisson en amont et en aval du moulin Bruet) ;
- Créer des conditions de hauteur d'eau et de vitesse dans la rivière de contournement telles qu'elle soit attractive pour le poisson ;
- Niveau d'eau à l'amont suffisant pour conserver un écoulement identique à l'actuel dans le bief menant au moulin Bruet.

## 1.3. IMPLANTATION DU DISPOSITIF

La rivière de contournement suivra le lit déjà tracé par l'écoulement de la Cent Fonts à travers la brèche située en rive gauche du cours d'eau.

Cette implantation a été retenue pour les avantages qu'elle apporte :

- Maîtrise du coût des travaux par aménagement d'un canal déjà existant ;
- Linéaire disponible dans le canal suffisant pour disposer d'une pente acceptable (1.9%) ;
- Bonne intégration paysagère.



**Fig. 32. Implantation de l'ouvrage**

## 1.4. CARACTERISTIQUES DE LA PASSE A POISSONS

### 1.4.1. Géométrie générale de l'ouvrage

La rivière de contournement sera aménagée sur la totalité du canal creusé par l'écoulement dans la brèche et par la source, soit sur **un linéaire de 50 m**. Elle possèdera une **pente moyenne de 1.9%**, ainsi qu'une **largeur minimale de 2.00 m au fond**, ce qui imposera un élargissement du canal sur la majorité du linéaire ainsi que l'aménagement du lit (création d'une pente homogène). Le **débit d'alimentation de l'ouvrage variera entre 0.160 m3/s à l'étiage et 0.900 m3/s à trois fois le module**.

La rivière de contournement sera équipée d'une **prise d'eau amont**, afin de réguler le débit d'alimentation du dispositif. Celle-ci prendra la forme d'un seuil muni d'une échancrure en son centre, faisant **1.40 m** de large et **60 cm** de haut. Le seuil sera situé à la cote **216.10 m NGF** tandis que l'échancrure se situera à **215.10 m NGF**. Concernant le dimensionnement de cette prise d'eau, une attention particulière a été portée à laisser un niveau d'eau dans le bief du moulin au moins équivalent à celui d'aujourd'hui.

Dans un objectif de réduction des vitesses d'écoulement au sein de l'ouvrage et afin de préserver une hauteur d'eau suffisante pour le passage des poissons, des **seuils en V** seront mis en œuvre régulièrement sur l'ensemble du linéaire de la passe. Ceux-ci auront une **hauteur utile de 0.45 m**,

de manière à réduire la section d'écoulement et à garantir une lame d'eau de l'ordre de 20 à 25 cm à l'étiage. En tout, 6 seuils en V seront équirépartis dans la rivière de contournement, nombre nécessaire à la rendre franchissable par la Truite Fario.

Les caractéristiques géométriques de l'ouvrage de franchissement piscicole retenu sont synthétisées dans le tableau suivant :

OUVRAGE	
Longueur de l'ouvrage	50 m
Largeur minimale de l'ouvrage	2.00 m
Pente	1.90%
Cote fond amont	215.10 m NGF
PRISE D'EAU	
Cote seuil de prise d'eau (fil d'eau de l'échancrure)	215.10 m NGF
Largeur utile de l'orifice	1.40 m
Hauteur utile de l'orifice	0.60 m
SEUILS EN V	
Hauteur utile des seuils	0.45 m
Largeur max. échancrure centrale	0.80 m
Profondeur échancrure centrale	0.40 m
Hauteur seuil en fond d'échancrure	0.05m

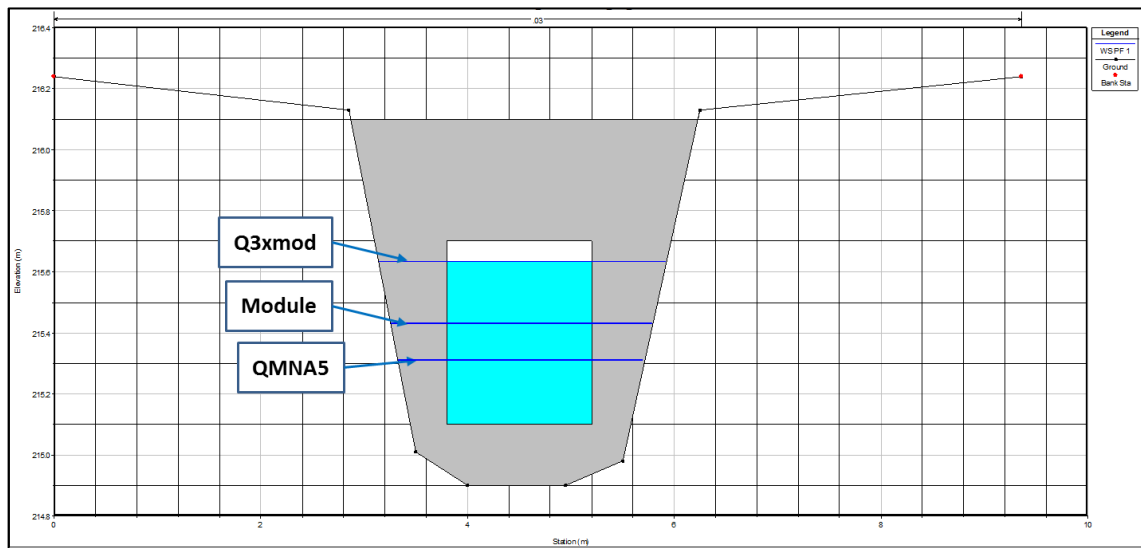
**Tabl. 6 - Caractéristiques géométriques de l'ouvrage**

## 1.4.2. Prise d'eau

### 1.4.2.1. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

La rivière de contournement sera munie d'une prise d'eau amont, qui permettra de limiter le débit d'alimentation de l'ouvrage. Celle-ci sera constituée d'un voile en béton armé munie d'un orifice de **largeur 1.40 m** et de **hauteur 60 cm**. Les arêtes de l'échancrure seront vives : aucun chanfrein ne devra être réalisé.

La cote de l'échancrure est fixée à **215.10 m NGF**, de manière à garantir une alimentation convenable du dispositif à tout moment de l'année et notamment à l'étiage, où la lame d'eau sur le radier a été estimée à **22 cm** via la modélisation (la valeur minimale acceptable étant de 20 cm).



**Fig. 33. Coupe transversale de la prise d'eau amont (niveaux d'eau au QMNA5, Module et 3xModule)**

La prise d'eau sera implantée perpendiculairement aux écoulements de la Cent Fonts, au niveau de la berge actuelle du cours d'eau.

Le sommet du voile sera arasé à la cote **216.10 m NGF**. L'orifice de la prise d'eau est défini de manière à ce que la totalité du débit d'alimentation de l'ouvrage s'écoule au sein de l'échancrure sur la plage de fonctionnement de la passe à poissons. En cas de crue et quand le niveau d'eau amont augmentera suite au dépassement de la capacité de décharge des différents ouvrages, les écoulements se feront par surverse sur toute la largeur de la prise d'eau, facilitant la décharge et le passage des éventuels flottants.

Pour pallier encore d'avantage au risque dû aux embâcles, l'orifice de prise d'eau sera muni de quatre barreaux verticaux en acier 235-JR préalablement traités contre la corrosion, de diamètre 5mm. L'écartement entre les barreaux sera de 33 cm.

L'ouvrage de prise d'eau devra également être batardable, ce qui comprend la pose de rails de guidage pour les dits-batardeaux sur sa face amont. Ces rails seront en acier galvanisé et seront disposés de part et d'autre de l'échancrure de la prise d'eau, dont les dimensions correspondront aux batardeaux choisis. Ils permettront la pose des batardeaux sur au moins **50 cm** de haut en démarant à la cote **215.10 m NGF**, soit le radier de l'échancrure.

#### 1.4.2.2. MODALITES D'EXECUTION

L'ouvrage de prise d'eau sera composé d'une semelle, qui fera office de fondation à moins 1 m sous le terrain naturel, surmontée d'un voile béton. Les principales caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes (voir profil PtBRU7 de l'Annexe 1) :

- Semelle en béton armé : épaisseur 30 cm, longueur 5 m, largeur minimale 1.5 m ;
- Voile en béton armé : épaisseur 20 cm (afin de limiter la mise en vitesse des écoulements et de faciliter le franchissement de l'ouvrage à la montaison), longueur 3 m, hauteur 2 m (dont 1.20 m de hauteur utile). Ce voile comprendra un orifice de longueur 1.40 m et de hauteur 0.60 m.

Les plans d'exécution de l'ouvrage et notamment de ferrailage seront produits par l'entreprise de travaux retenue et validés par le maître d'œuvre.

Pour plus de détails sur les modalités d'exécution, voir paragraphe 3.3.

### 1.4.3. Entrée piscicole

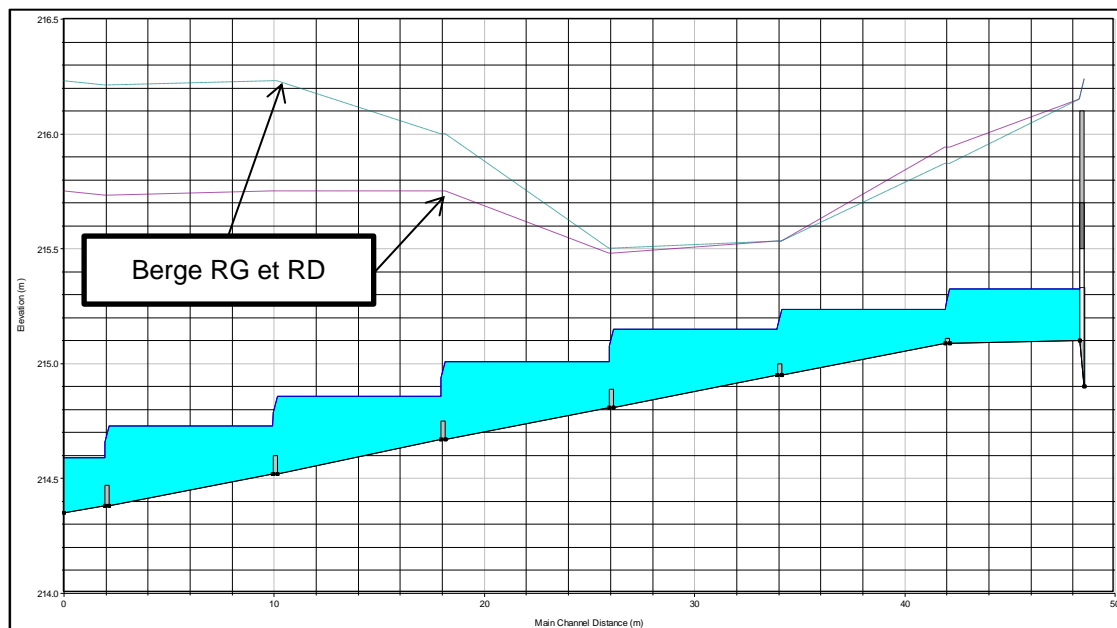
La rivière de contournement sera également dotée d'une entrée piscicole, implantée à son exutoire. Son rôle est de stimuler l'attrait du poisson pour la passe.

Sachant que la majorité du débit de la Cent Fonts transitera par la rivière de contournement, cette entrée piscicole ne nécessitera pas d'aménagement particulier. Le seuil en V le plus à l'aval, (positionné environ 1 mètre en amont de la confluence) suffira à former un jet et renforcer l'attractivité du bras (voir seuil S6 sur le plan de masse de l'Annexe 1).

### 1.4.4. Reconstitution du lit

Le fond actuel de la voie d'eau possède une géométrie très différente entre l'amont et l'aval, notamment au niveau de sa largeur et de sa pente. Le lit est jonché de bois mort et autres déchets végétaux sur sa moitié amont. Un premier travail de réhabilitation du lit devra être opéré avant de prévoir l'implantation des seuils et de la prise d'eau.

L'élargissement du lit sera opéré jusqu'à obtenir une largeur au fond minimale de 2.00 m sur les 25 mètres amont de la passe. Les matériaux récupérés lors de cette opération serviront à créer une **pente homogène** sur toute la longueur de la passe, comme on peut le visualiser sur la figure 34 (ci-dessous) et sur le PLBRU de l'Annexe 1.



**Fig. 34. Profil en long de la rivière de contournement avec positionnement des seuils (niveau d'eau au QMNA5)**

De façon à constituer des fonds attractifs pour la faune aquatique, un matelas alluvial sera créé à partir de matériaux granulaires de granulométrie 0-80mm qui seront mis en œuvre sur une épaisseur de 0.20m et sur tout le linéaire de la passe.

Pour plus de détails sur les matériaux, voir paragraphe 3.2.2.

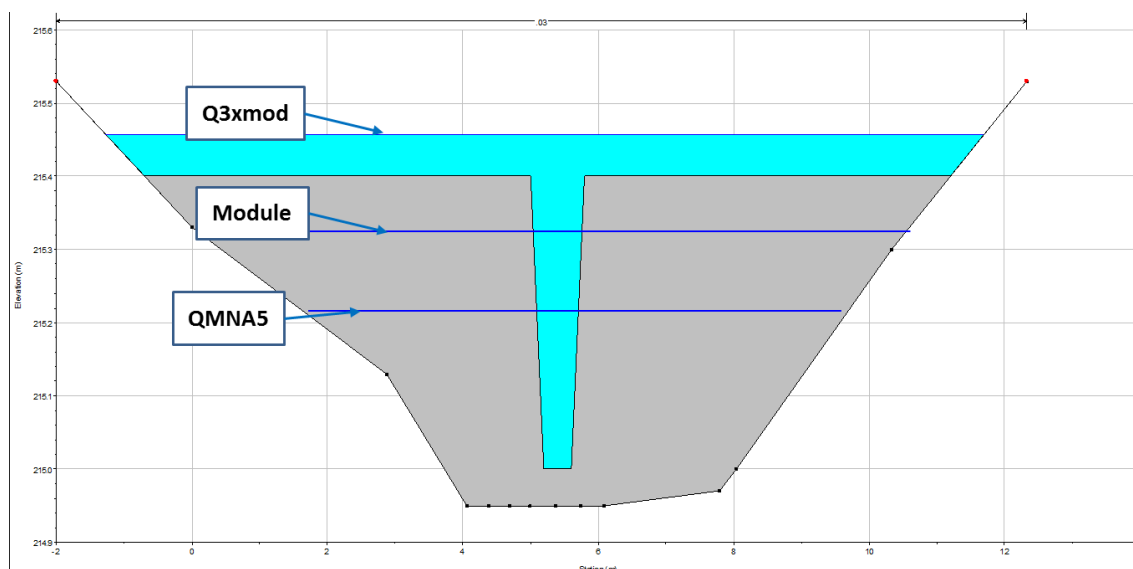
### 1.4.5. Terrassement

Les berges seront retalutées selon un fruit de 3H/2V et seront renforcées localement par des enrochements en pieds de berge au niveau des seuils et de l'« angle » pris par la passe.

### 1.4.6. Ouvrages conditionnant l'écoulement

#### 1.4.6.1. DISPOSITIONS GENERALES

Des singularités hydrauliques seront positionnées dans le chenal afin de diversifier les conditions d'écoulements en cassant les vitesses et en augmentant localement le tirant d'eau. Il s'agira de 6 seuils en V à peu près équirépartis dans la rivière de contournement (voir le PLBRU de l'Annexe 1). Ils auront une hauteur utile de 45 cm pour une largeur égale à celle de la rivière (de l'ordre de 2 m à 2.5 m en pied). Ils seront orientés perpendiculairement au sens d'écoulement de façon à réorienter les écoulements vers le centre du lit.



**Fig. 35. Coupe transversale d'un seuil n°2 (niveaux d'eau au QMNA5, Module et 3xModule)**

#### 1.4.6.2. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

Le tableau suivant regroupe les caractéristiques des différentes singularités :

**Tabl. 7 - Géométrie des singularités hydrauliques**

	N° SEUIL	COTE SURVERSE (m NGF)	COTE FOND DU LIT (m NGF)	LARGEUR ECHANCRURE (m)	COTE FOND ECHANCRURE (m NGF)
<b>Aval</b>	6	214.83	214.23	0.80	214.43
	5	214.97	214.38	0.80	214.60
	4	215.12	214.52	0.80	214.75
	3	215.26	214.66	0.80	214.89
	2	215.40	214.80	0.80	215.00
<b>Amont</b>	1	215.54	215.00	0.80	215.11

#### 1.4.6.3. MODALITES D'EXECUTION

Les seuils seront constitués de blocs d'enrochements percolés au béton. La mise en œuvre de ces seuils est laissée au choix de l'entreprise qui réalisera les travaux, le but étant de se rapprocher le plus possible des côtes du projet.

Les blocs auront un diamètre moyen de 55cm (45cm à 65cm), correspondant à une blocométrie de 100-400kg. Ils seront ancrés dans le fond du lit et en berge. Quelques blocs pourront être disposés dans l'angle pris par la passe à poisson pour renforcer la berge et limiter son érosion.

*Pour plus de détails sur les modalités d'exécution, voir le paragraphe 3.3.3.2 et les sections liées aux enrochements de « conditionnement des écoulements » au paragraphe 3.4.*

## 1.5. SURVEILLANCE ET ENTRETIEN

Ce type de dispositif a l'avantage de bénéficier d'une capacité d'auto-entretien. En effet, la prise d'eau ainsi que les seuils seront rapidement ennoyés pour des débits supérieurs au module, ce qui permet dans ce cas d'évacuer les éventuels embâcles formés entre les macrorugosités.

Egalement, dans un objectif de moindre entretien, la prise d'eau mise en place à l'amont de l'ouvrage sera orientée perpendiculairement aux écoulements, de manière à limiter l'arrivée de flottants au sein de la passe.

La prise d'eau amont (définie au 1.4.2) comportera une échancrure dimensionnée telle que, pour des débits inférieurs au module, les petits flottants (jugés aptes à circuler dans les échancrures des seuils en V) puissent transiter à travers le dispositif sans induire de dysfonctionnement hydraulique majeur.

Malgré cela, ce type de dispositif nécessite une surveillance régulière. Celle-ci devra être instaurée afin de s'assurer que la prise d'eau amont et les échancrures des seuils ne soient pas colmatés par d'éventuels branchages. En cas de nécessité, l'exploitant veillera à libérer le passage des écoulements à l'aide d'un outil approprié.

Des opérations de maintenance plus importantes seront également prévues à échéance fixe (annuelle ou pluri-annuelle), durant lesquelles la rivière de contournement sera entièrement vidée. Ces opérations plus importantes devront être réalisées hors période de frais des truites qui s'étale de **fin-octobre à fin-mars**. L'isolement hydraulique sera réalisé en plaçant un batardeau sur la prise d'eau. A cette occasion, une vérification sera portée sur le fond de la passe, qui ne devra pas (ou peu) être sujet au colmatage dans le but de préserver la rugosité initiale. L'ancrage des macrorugosités dans le lit et l'état général des blocs (face amont plane rectangulaire) seront également inspectés.

## 1.6. FONCTIONNALITE DE L'OUVRAGE

### 1.6.1. Fonctionnement hydraulique de la passe

Le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage est issu de simulations effectuées sous le logiciel HEC-RAS et complétées par une feuille de calcul, développée sur la base de formules mathématiques d'usage dans le domaine de l'hydraulique à surface libre (lois d'ouvrages notamment).

Pour rappel, le modèle a été établi de la manière suivante :

- La géométrie du modèle hydraulique a été établie à l'aide de relevés topographiques réalisés sur le secteur durant des études antérieures (par BRL et Burgeap) ainsi qu'une topographie complémentaire réalisée par Géoplans. Nous avons alors supposé que la retenue au niveau du moulin Bruet serait identique à ce qu'elle est aujourd'hui.
- Les données hydrologiques qui ont été utilisées sont celles relevées par la station de mesure hydrométrique de Saulon-la-Rue située sur la Cent Fonts, non loin du site du projet.
- Le calage du modèle a été réalisé avec trois jeux de données (côtes des niveaux d'eau aux abords du site d'implantation de la passe à poisson et sous la passerelle située à l'aval du ru de Brochon) relevées à différents débits (160l/s, 230l/s et 270l/s).

Les simulations ont été réalisées sur l'ensemble de la plage de fonctionnement du dispositif, soit du QMNA5 (0.160 m<sup>3</sup>/s) à 3 fois le module (0.900 m<sup>3</sup>/s). Elles sont basées sur les hypothèses décrites précédemment.

Les résultats obtenus par le calcul sont synthétisés dans le tableau suivant :

Débits de la Cent Fonts	QMNA5 0.160 m <sup>3</sup> /s	Module 0.300 m <sup>3</sup> /s	3xModule 0.900m <sup>3</sup> /s
Niveau d'eau amont - Prise d'eau (m NGF)	215.33	215.43	215.63
Débit dans la passe (m <sup>3</sup> /s)	0.10	0.18	0.56
Lame d'eau sur le seuil de prise d'eau (m)	0.23	0.33	0.53
Hauteur de chute max. au droit des seuils (m)	0.15	0.15	0.17
Tirant d'eau minimal au droit des seuils (m)	0.20	0.30	0.46
Tirant d'eau minimal dans les bassins (m)	0.20	0.25	0.37
Vitesse d'écoulement dans la passe (m/s)	0.11	0.16	0.34
Vitesses maximales dans les jets (m/s)	0.30	0.35	0.90
Puissance volumique dissipée à l'aval des seuils (W/m <sup>3</sup> )	37.54	49.79	115.01
Fonctionnalité de l'ouvrage vis-à-vis de la Truite Fario	<b>Bonne</b>	<b>Bonne</b>	<b>Bonne</b>

**Tabl. 8 - Analyse de la fonctionnalité de l'ouvrage sur l'ensemble de sa  
plage de fonctionnement**

Remarque :

Les vitesses d'écoulement spécifiées dans le tableau ci-dessus restent des moyennes. En pratique, la mise en place des seuils disposés régulièrement tout au long de l'ouvrage contribue à diversifier ces vitesses en créant une succession d'écoulements rapides et plus lents. La rugosité du fond et des berges, sur lesquelles la végétation se développe en partie, participe également à la réduction de ces vitesses d'écoulement, ainsi plus favorables à la montaison des espèces piscicoles en place.

Au-delà, des fosses de dissipation de l'énergie seront créent pour en pieds des seuils en « V ». Elles auront une hauteur de 15 à 20 cm sur un mètre de large.

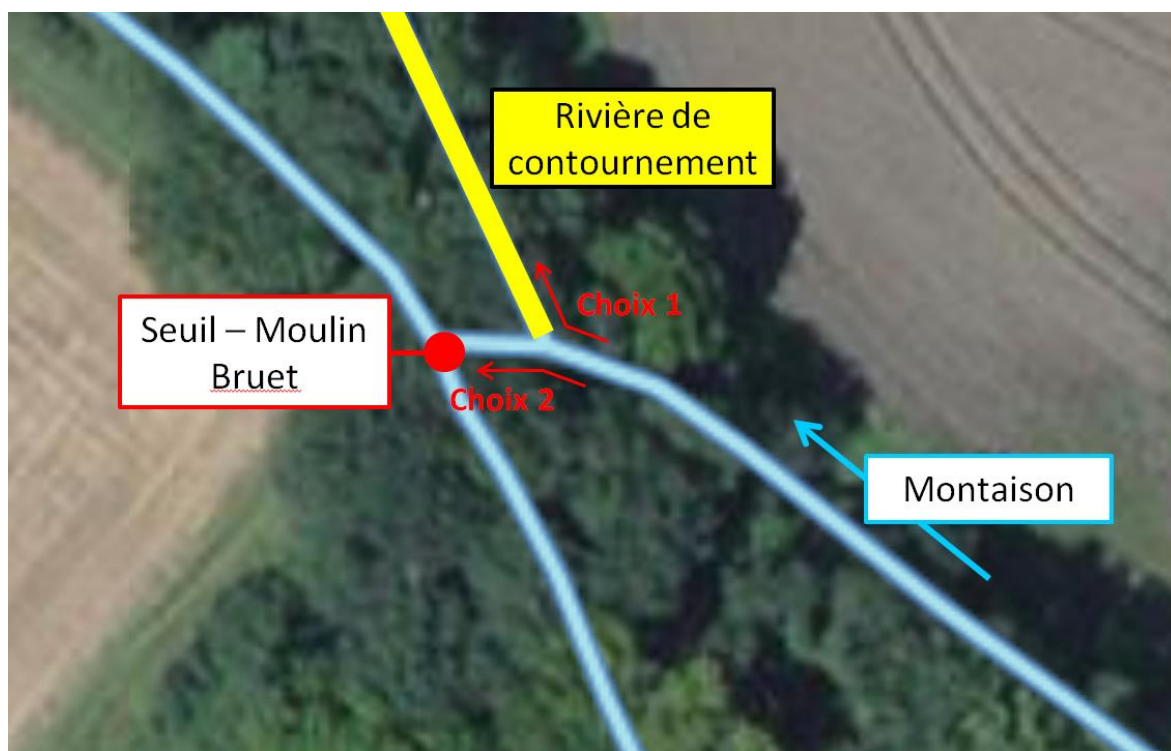
L'ouvrage présente une bonne fonctionnalité globale sur la plage de fonctionnement retenue, soit du QMNA5 à 3 fois le module :

- Le tirant d'eau dans l'ouvrage reste supérieur à 20 cm en étiage sévère ;
- Les vitesses d'écoulement maximales, ainsi que les vitesses moyennes d'écoulement, restent compatibles avec les capacités de nage de l'espèce ciblée qu'est la Truite Fario.

### 1.6.2. Attractivité piscicole de la passe

Dans le cas présent, deux chemins s'offrent au poisson lors de la montaison :

- Choix 1, la rivière de contournement ;
- Choix 2, le bras à l'aval du seuil du moulin Bruet.

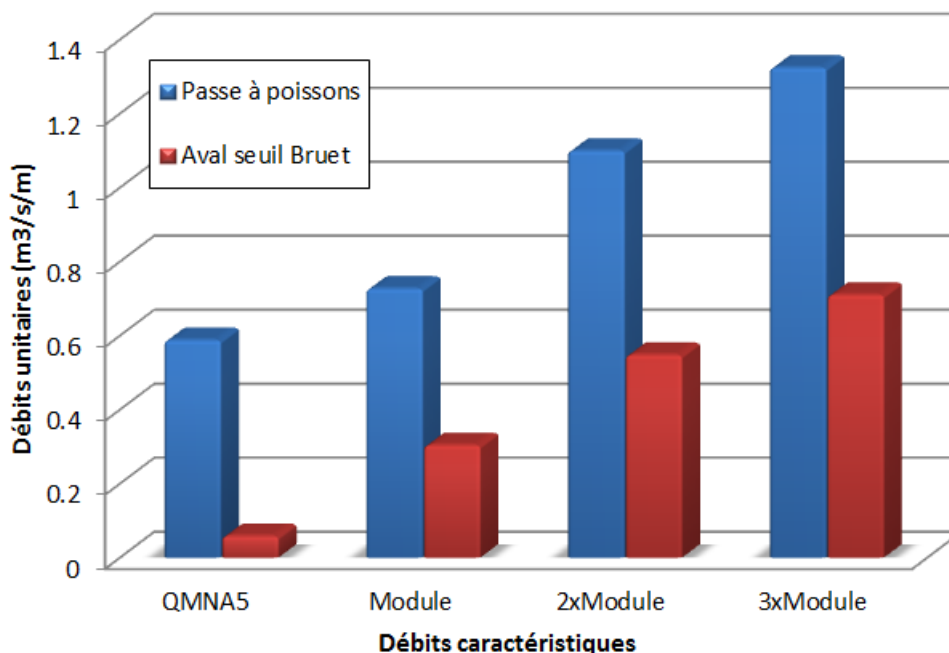


**Fig. 36. Choix offert au poisson à la montaison**

L'attractivité piscicole de la passe est assurée par la prise en compte de deux éléments de conception :

- L'**orientation de l'entrée piscicole** : celle-ci sera simplement constituée du seuil le plus à l'aval de la rivière de contournement. Positionné à 1 mètre de la confluence avec le bras à l'aval du seuil du moulin Bruet, elle permettra d'accélérer localement l'écoulement et attirera ainsi les poissons. Elle sera également légèrement oblique par rapport à l'axe d'écoulement de la Cent Fonts, ce qui créera un flux visible par les espèces piscicoles à la montaison.
- La **répartition des débits** : celle-ci a été établie à l'aide du modèle hydraulique. Le débit unitaire passant par la rivière de contournement doit être majoritaire pour stimuler l'intérêt du poisson. Les débits unitaires du bras à l'aval du seuil Bruet et à l'aval de la rivière de

contournement ont été calculés dans la configuration projetée afin d'estimer le potentiel d'attractivité de la rivière de contournement. Les principaux résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :



**Fig. 37. Débits unitaires dans la configuration projetée**

Le débit unitaire de la rivière de contournement est largement dominant sur la totalité de sa plage de fonctionnement. Aucun aménagement supplémentaire n'est donc nécessaire pour améliorer l'attractivité piscicole de la passe. De plus, le seuil du moulin Bruet n'est en aucun cas franchissable, donc même en cas d'erreur quant au chemin suivi, les individus concernés seront contraints de faire demi-tour et d'emprunter la rivière de contournement.

### 1.6.3. Limites du dimensionnement

Le dimensionnement de la rivière de contournement s'est basé sur plusieurs hypothèses propres à la Cent Fonts au droit du moulin Bruet. La modification de l'une de ces hypothèses pourrait induire de légères variations du niveau d'eau amont, susceptibles de modifier la répartition des débits au droit du site, notamment :

- Le fonctionnement hydraulique du moulin Bruet, qui a été modélisé comme étant toujours le même et équivalent à son état actuel ;
- La présence ou non d'embâcles sur le déversoir de décharge, pouvant réduire plus ou moins significativement la longueur déversante de l'ouvrage.

## 2. ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET

Cette partie présente une évaluation des effets (positifs et négatifs) sur la ressource en eau ainsi que les effets directs, indirects, temporaires, permanents ou cumulatifs du projet.

Bien que les contraintes environnementales aient été prises en compte dans le cadre du présent projet dès les premières phases de l'étude, afin de limiter ses effets potentiels, l'aménagement de ce cours d'eau entraînera tout de même un certain nombre d'impacts plus ou moins significatifs, au regard de l'environnement.

Concernant les impacts négatifs, il est nécessaire d'envisager des mesures visant à supprimer, réduire ou compenser l'effet de ces derniers.

### 2.1. IMPACTS LIES AUX AMENAGEMENTS

#### 2.1.1. Impacts hydrauliques

Sont présentés ici les incidences de la mise en œuvre de la passe à poissons vis-à-vis de l'aspect hydraulique du secteur du projet. Grâce à la modélisation numérique, nous pouvons présenter les effets des aménagements sur la ligne d'eau.

Débit (m3/s)		Cote altimétrique (m NGF)					
		Etat initial		Etat final		Effet	
		Au niveau du moulin	Au droit du seuil	Au niveau du moulin	Au droit du seuil	Au niveau du moulin	Au droit du seuil
QMNA5	0.160	215.34	215.34	215.33	215.33	0.01	0.01
Module	0.300	215.43	215.43	215.43	215.43	0.00	0.00
2xModule	0.600	215.50	215.50	215.50	215.50	0.00	0.00
3xModule	0.900	215.64	215.64	215.64	215.64	0.00	0.00
Q2	1.400	212.26	212.26	212.26	212.26	0.00	0.00

**Tabl. 9 - Impact hydraulique des aménagements projetés**

On constate que le niveau d'eau aux abords du moulin reste inchangé malgré la mise en place de la passe à poissons, comme le souhaitait le propriétaire M. Alibert. **Pour rappel, ceci suppose que la répartition des débits entre le moulin et la Cent Fonts reste la même que ce qu'elle est actuellement.**

Le niveau d'eau au droit du seuil et du moulin chute légèrement pour le débit d'étiage, mais ce phénomène reste dans des proportions très anecdotiques. Cette modification de la ligne d'eau est directement liée à l'implantation de la passe à poisson.

#### 2.1.2. Impacts sur les inondations

En lien avec le paragraphe précédent, il a été démontré que les travaux ne modifieront pas le niveau d'eau de la Cent Fonts pour un régime de crue (voir Q2 dans le Tableau 9).

Au-delà, ces aménagements n'auront aucun effet notable sur les écoulements en crue et ils n'induiront par conséquent aucune augmentation de la fréquence de débordement en amont de la rivière de contournement.

Egalement, en aval de la rivière, le projet global n'aura aucune incidence sur les écoulements. En effet, cet aménagement n'aura aucun effet notable d'écrêtement de l'onde de crue ou de rétention d'une partie du volume de crue, donc il n'aura aucun effet sur la propagation des crues en aval (débit de pointe et durée de l'hydrogramme de crue) et sur les niveaux d'eau en aval.

**En conclusion, il est possible d'affirmer que le projet dans sa globalité n'aura aucun impact notable sur l'aléa inondation sur la commune de Saulon-la-Rue.**

### **2.1.3. Impact sur les infrastructures**

Le projet se situe loin de toute infrastructure et ne présente donc aucun impact de ce point de vue-là.

### **2.1.4. Impact paysager**

Le projet se situe loin des zones urbanisées et se trouve hors périmètre d'un quelconque Monument Historique. En soit, aucun impact sur le paysage n'est à déplorer.

### **2.1.5. Impact sur le transit sédimentaire**

Les aménagements ne créeront aucune entrave supplémentaire au transit sédimentaire qui demeure faible sur ce tronçon de la Cent Fonts, à cause du cloisonnement du cours d'eau.

### **2.1.6. Impact sur la qualité de l'eau**

Les aménagements projetés n'auront aucun impact sur la qualité de l'eau de la Cent Fonts.

Au regard de la nature du projet, les risques de pollution des eaux de la Cent Fonts sont limités aux pollutions accidentelles envisageables lors de la phase travaux (fuite de carburant ou d'huile, rejet de laitance de béton...).

### **2.1.7. Impacts sur la composante biologique**

#### 2.1.7.1. EFFETS SUR LE PEUPEMENT PISCICOLE

L'aménagement de la passe à poissons aura **un impact très positif sur la vie piscicole**. En effet, cet aménagement vise le **rétablissement de la continuité écologique piscicole**. Il constituera un réel gain pour les populations de Truite Fario, et au-delà pour l'ensemble du peuplement piscicole présent sur le secteur.

Les impacts négatifs seront quant à eux **très limités et ne seront relatifs qu'à la phase de travaux**. En effet, la phase des travaux sera susceptible de perturber temporairement la vie piscicole, cependant l'intervention des travaux ne se fera pas dans le lit principal de la Cent Fonts mais bien dans un bras d'eau annexe, ce qui limitera leur impact potentiel. A noter que ce bras annexe correspond aux écoulements naturels d'une source présente en rive gauche, mais celle-ci est faiblement alimentée en cas d'étiage.

Hormis la phase travaux, le projet n'aura **que des effets bénéfiques pour la vie aquatique**.

#### 2.1.7.2. EFFETS SUR LES AUTRES ORGANISMES VIVANTS

Le projet implique le défrichage de quelques arbres pour permettre l'accès à la zone de travaux. De plus, la présence d'engins de chantier comporte un risque pour la petite flore, un risque de

destruction d'habitats et le bruit peut occasionner la gêne de certaines espèces (notamment des espèces d'oiseaux).

Cependant, le projet ne se situe ni en zonage Natura 2000 ni en ZNIEFF, il n'y a donc pas de problématique liée à ces zonages particuliers à prendre en compte.

Globalement, **le projet aura un impact négatif sur les organismes vivants**. Or, cet impact est limité dans le temps car uniquement lié à la phase travaux.

### **2.1.8. Impacts sur les usages**

Le projet n'aura aucun impact sur les usages locaux de l'eau. La répartition des débits restera sensiblement la même et le niveau d'eau au moulin Bruet sera conservé.



## **SECTION 3**

# **DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES ET MODALITES D'EXECUTION**

# 1. DEFINITION DES CONTRAINTES

## 1.1. CONTRAINTES HYDRAULIQUES

### 1.1.1. Station de référence

La station de mesure du débit de la Cent Fonts la plus proche de la zone de chantier est la station de « La Sansfond à Saulon-la-Rue » (U1415410), située sur la commune de Saulon-la-Rue, à 1.2km à l'aval du site de projet.

### 1.1.2. Contrôle des niveaux d'eau au droit du site

La passe à poissons a été modélisée pour fonctionner à partir du débit correspondant au QMNA5. A ce régime hydraulique, la ligne d'eau de la Cent Fonts au niveau de la prise d'eau de la rivière de contournement se trouve à la côte 215.33 m NGF. Pour tout projet à moyen/long terme au moulin, cette côte minimale devra être respectée pour que la passe à poisson continue de fonctionner.

En phase travaux, un suivi des niveaux d'eau pourra être réalisé aux moyen des repères d'ores et déjà implantés à l'amont, à l'aval et aux abords de l'ouvrage.

### 1.1.3. Travaux en rivière

En cas de crue, le chantier devra pouvoir être interrompu sans difficulté. Les engins et le matériel devront pouvoir être entreposés en dehors du champ d'expansion des crues.

L'entreprise titulaire du marché de travaux devra prendre toutes les mesures nécessaires pour faire face à une éventuelle interruption.

### 1.1.4. Rappels des débits de crue de la Cent Fonts

Les débits de crue au droit du site du projet sont les suivants :

STATION	SAULON-LA-RUE
Débits de crue (m <sup>3</sup> /s)	
Q2	1.400
Q10	2.700

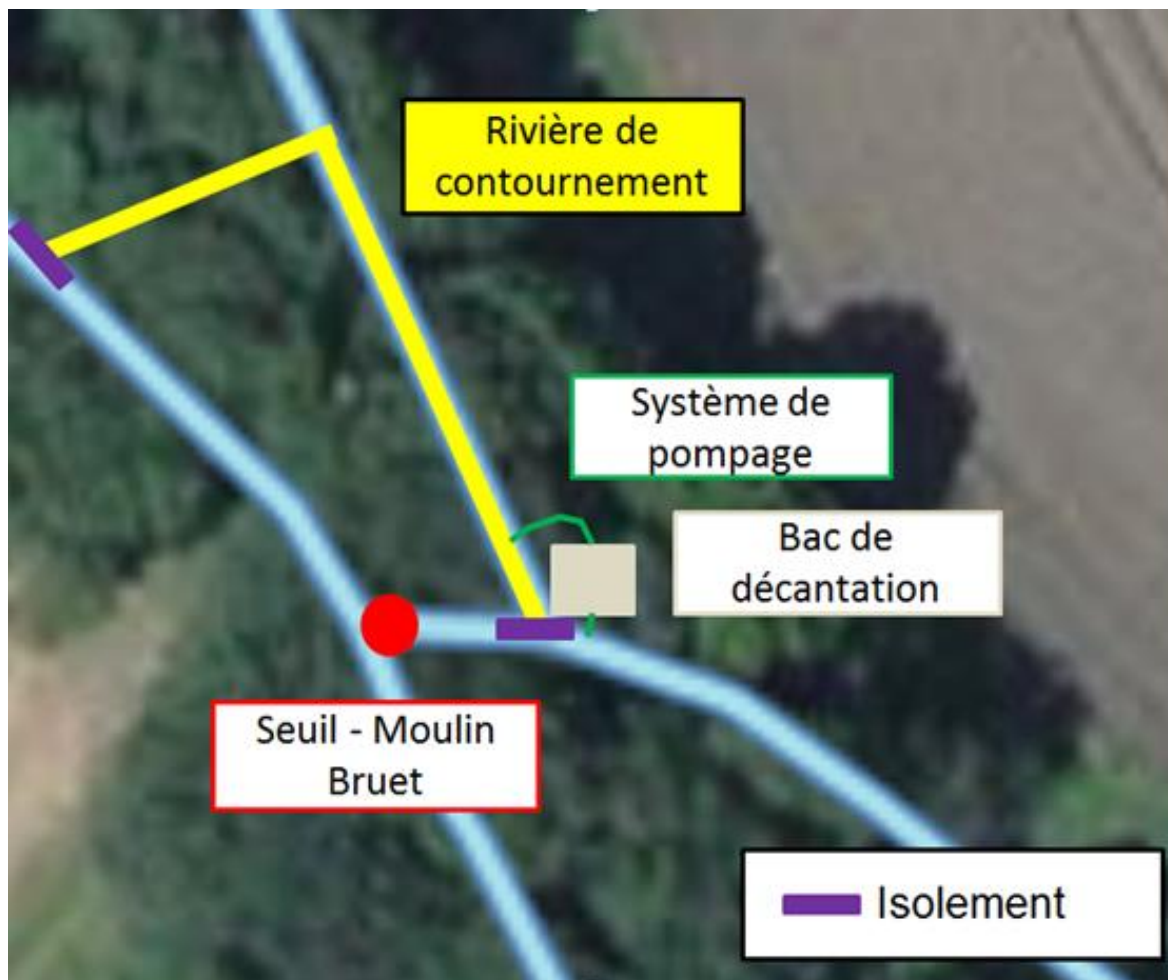
### 1.1.5. Mise à sec du chantier et gestion des eaux

Le titulaire du marché de travaux prévoira, installera et fera fonctionner tout matériel de pompage et autres équipements nécessaires pour mettre à sec les zones du chantier où cela sera nécessaire, et aussi longtemps qu'il s'avérera nécessaire pour la réalisation des travaux. Cette prestation est réputée incluse dans les prix unitaires de la réalisation des ouvrages.

Un isolement de la rivière de contournement sera réalisé à l'aide de sacs « big bag » disposés à l'amont et à l'aval de cette dernière. En considérant qu'à 3 fois le module il y a 72 cm d'eau à

l'amont de la passe et 52 cm à l'aval, il faudra se munir de sacs de 1.50 mètre de haut pour l'amont et 0.8/1 mètre de haut pour l'aval.

Aussi, une source s'écoule directement dans le lit de la future rivière de contournement, ce qui pourrait poser problème en phase chantier. Malgré son débit très réduit, un système de pompage sera certainement mis en place pour conserver un lit sec. Egalement un bac de décantation pourra être mis en place pour éviter de rejeter des matières en suspension et d'éventuelles laitances de béton dans la Cent Fonts.



**Fig. 38.** Description de la mise à sec du chantier

## 1.2. CONTRAINTES DES OUVRAGES EXISTANTS

L'entreprise devra prendre toutes les dispositions nécessaires au maintien en bon état du seuil du moulin lors de la réalisation des travaux et après travaux.

Une attention particulière sera portée sur les points suivants :

- Maçonnerie du seuil : Les maçonneries présentes de part et d'autre du seuil sont relativement anciennes. Elles ne devront pas être délabrées.
- Le seuil en lui-même est de petite dimension et en bois donc relativement fragile. Son intégrité devra également être conservée.

## **1.3. CONTRAINTES D'ACCES AU SITE**

### **1.3.1. Installation de chantier**

L'emplacement devra être défini en concertation avec le Maître d'ouvrage.

Le terrain retenu pourra être utilisé dans le cadre des travaux pour :

- l'installation de la base-vie ;
- l'installation d'un box pour le rangement du matériel ;
- le stockage journalier des matériaux à mettre en œuvre.

Les installations et accès chantier devront rester propres et sécurisés tout le temps des travaux.

Les entreprises sont censées intégrer les contraintes géographiques de la zone de chantier dans l'établissement de leurs prix unitaires. Une visite sur site sera imposée dans le cadre de la consultation.

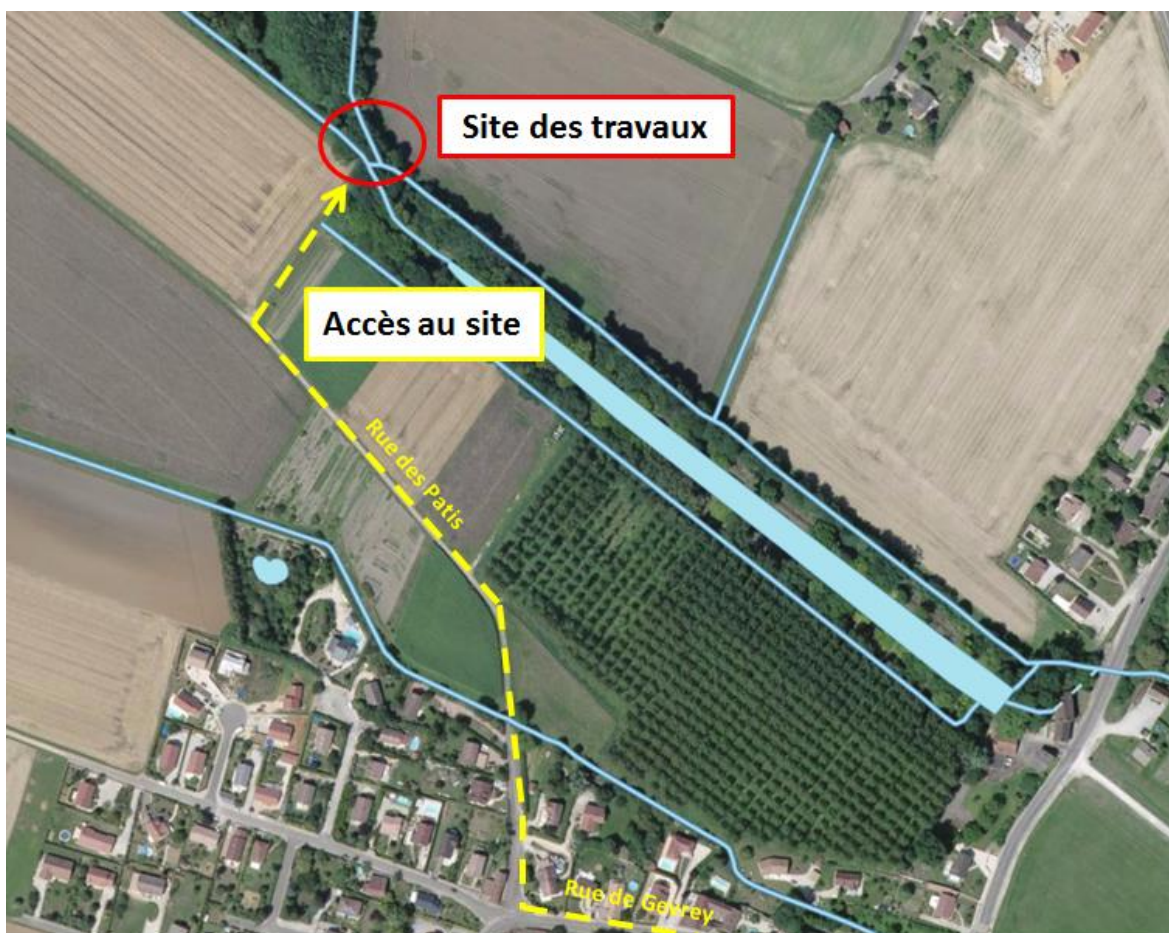
### **1.3.2. Livraison**

Les matériaux seront amenés sur site à l'avancement de manière à ne pas effectuer de stockage sur place en dehors des emprises de chantier. Aucun stockage ne sera autorisé dans le lit de la Cent Fonts.

### **1.3.3. Accès au chantier**

#### 1.3.3.1. PREMIERE SOLUTION

L'accès au chantier peut se faire en empruntant la « rue de Gevrey » puis la « rue des Patis » situées sur la commune de Saulon-la-Rue. Une fois sur la rue des Patis, le premier chemin à droite mène aux abords de la Cent Fonts, sur sa rive droite, au niveau de l'amont du bief du moulin.



**Fig. 39. Description de l'accès au site des travaux (première solution)**

Ce chemin permet d'accéder aux abords au site du projet en véhicule, cependant on y accède par la rive droite alors que les aménagements sont prévus en rive gauche.

Les abords de la Cent Fonts sont difficilement praticables à cet endroit-là (végétation dense et rives escarpées), mais une passerelle permet tout de même aux piétons de passer au-dessus du bief du moulin et d'accéder assez directement au lit de la future rivière de contournement.

L'accès à la zone de travaux par les engins de chantier est prévu par **une traversée de la Cent Fonts, perpendiculairement à son lit mineur, via une piste d'accès qui reliera la berge rive droite à la berge rive gauche.**

Cet accès devra par conséquent impérativement être réalisé en période de basses eaux (période des travaux idéale entre début juillet et fin septembre). De plus, il devra respecter les prescriptions techniques suivantes :

- Composition de la piste : matériaux insensibles à l'eau de façon à limiter la production de matières en suspension (type blocs/enrochements), et capables de résister à une surverse ;
- Calage altimétrique de la piste de telle façon à permettre sa submersion rapide en cas de crue (calage au niveau de la ligne d'eau à l'étiage +20cm, soit aux alentours de la cote 215.60m NGF) ;

- Maintenir l'écoulement du débit « normal » de la Cent Fonts sous la piste au moyen d'ouvrages adaptés. La cote de surverse de la rampe étant très proche de la cote de la Cent Fonts à 2 fois le module, on dimensionne donc l'ouvrage de manière à pouvoir évacuer le débit correspondant, soit 0.600m<sup>3</sup>/s. La pente de la Cent Fonts à l'endroit prévu pour la rampe est de 0.2%, dans ces conditions il faudrait 4 buses en Ø500 ou bien 3 en Ø600 pour pouvoir être en capacité d'évacuer 0.600m<sup>3</sup>/s.

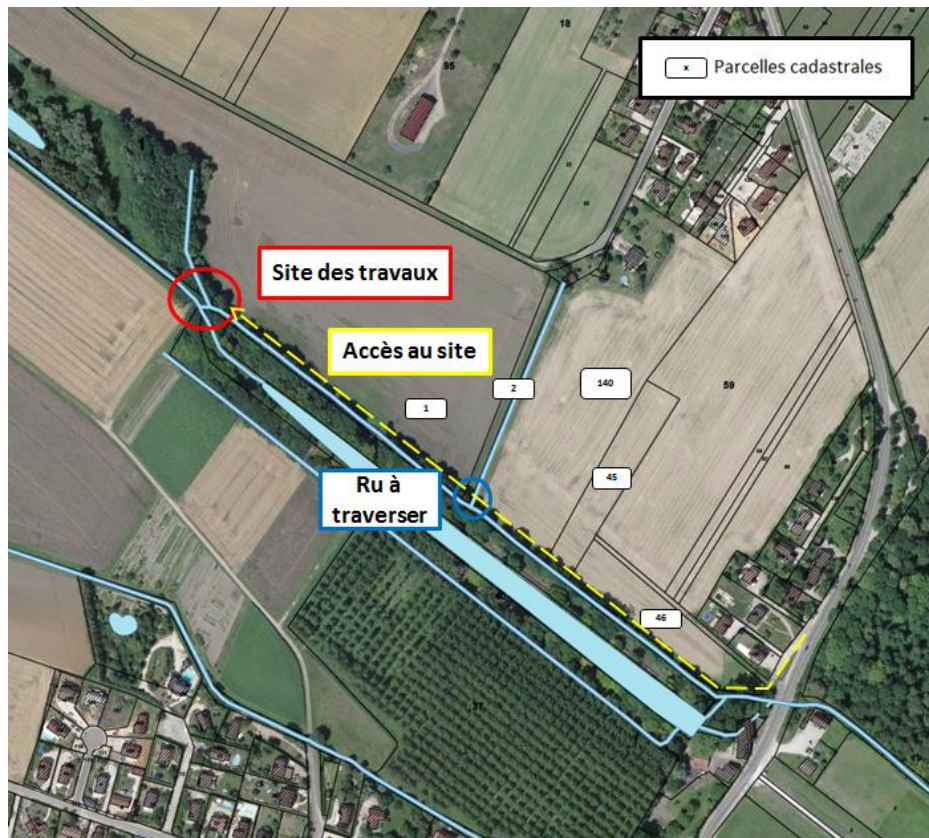
La stabilité de la piste devra faire l'objet d'un contrôle préalable et toutes les précautions devront être prises afin d'assurer la sécurité du personnel de chantier et d'éviter tout accident dans le lit mineur de la Cent Fonts. Dans ce contexte, une visite obligatoire du site sera demandée à chaque entreprise souhaitant répondre à l'appel d'offre pour la réalisation des travaux.

### 1.3.3.2. DEUXIEME SOLUTION

Pour simplifier les modalités d'accès des engins au chantier, on peut envisager d'accéder directement au site par la rive gauche. Le chemin le plus indiqué semble consister à quitter la D996 au niveau du pont de la Cent Fonts et de longer la rive gauche de cette dernière jusqu'au site des travaux (voir figure 40 ci-après).

Cela permettrait de ne pas avoir à créer de rampe pour traverser la Cent Fonts, cependant cela nécessite de passer chez plusieurs exploitants agricoles et d'empiéter sur leurs terrains. Cette solution pourra être réalisable avec l'accord des propriétaires des parcelles cadastrales concernées, c'est-à-dire les parcelles 1, 2, 45, 46 et 140.

Egalement, des prédispositions devront être prises quant à la traversée du ru se rejetant dans la Cent Fonts au niveau de la parcelle cadastrale 140 (sans perturber son écoulement). La méthode sera laissée au choix de l'entreprise réalisant les travaux et validée par le maître d'œuvre.

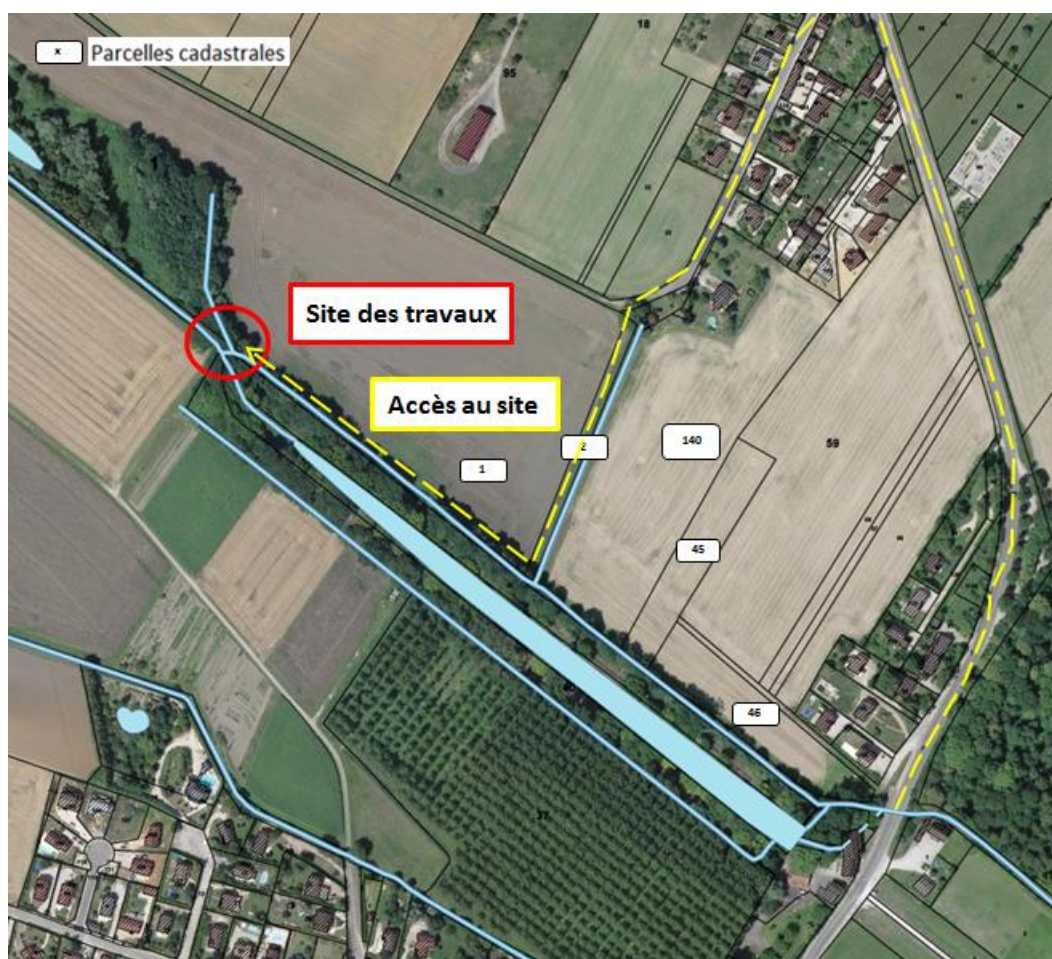


**Fig. 40. Description de l'accès au site des travaux (deuxième solution)**

### 1.3.3.3. TROISIEME SOLUTION

Pour simplifier les modalités d'accès des engins au chantier, on peut envisager d'accéder par la RD996, puis par l'impasse des quinze journaux, puis par la bande enherbée. De cette manière, aucune rampe pour traverser la Cent Fonts ou bien le fossé ne sera à créer. (voir figure 40 ci-après).

Cette troisième solution nécessite de passer chez plusieurs exploitants agricoles et d'empiéter sur leurs terrains. Cette solution pourra être réalisable avec l'accord des propriétaires des parcelles cadastrales concernées.



## 1.4. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les contraintes réglementaires seront associées aux aspects suivants :

- Coupes d'arbres à limiter au strict nécessaire et à réaliser en dehors de la période de nidification de la faune (à partir de fin août). L'abattage pourra par exemple être réalisé à partir de fin août, pour des travaux commençant début septembre. La coupe pourra également être réalisée l'année n-1 des travaux, en dehors de la période de nidification ;
- Décantation et filtration des eaux d'épuisement avant rejet au milieu naturel ;
- Respect des seuils d'émissions sonores ;

- Mise en œuvre des prescriptions habituelles en matière de réduction du risque de pollution : plein de carburant sur aire étanche, engins propres et en bon état de fonctionnement, ...

### 1.4.1. Nomenclature – Code de l'Environnement

Le tableau ci-dessous indique les rubriques de la nomenclature « Loi sur l'Eau » concernant le projet (article R.214-1 du Code de l'Environnement) dans le cadre du régime de déclaration ou d'autorisation institué par le Code de l'Environnement pour les « installations, ouvrages, travaux et activités affectant d'une manière ou d'une autre l'aménagement et la qualité des eaux ».

<b>Rubriques de la loi sur l'eau potentiellement concernées</b>	<b>Seuils d'interprétation et procédure</b>	<b>Remarque</b>
<p><b>Rubrique 3.1.1.0</b> Ouvrage, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant un obstacle à l'écoulement des crues ou à la continuité écologique</p>	<p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues : <i>projet soumis à <b>Autorisation</b></i>                      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 : <i>projet soumis à <b>Autorisation</b></i>                      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 : <i>projet soumis à <b>Déclaration</b></i></p>	<p>Obstacle à l'écoulement :  <i>Il apparaît que l'aménagement ne constituera pas un obstacle à l'écoulement des crues étant donné qu'il ne se trouve pas dans le lit principal du cours d'eau et ne modifie pas la ligne d'eau dans le cours d'eau :</i>  <b>→ Non soumis</b></p> <p>Obstacle à la continuité écologique :  <i>L'aménagement vise à rétablir la continuité écologique et physique :</i>  <b>→ Non soumis</b></p>
<p><b>Rubrique 3.1.2.0</b> <b>Arrêté de prescriptions du 28 novembre 2007</b> Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou en travers d'un cours d'eau</p>	<p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m : <i>projet soumis à <b>Autorisation</b></i>                      2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m : <i>projet soumis à <b>Déclaration</b></i></p>	<p><i>Le projet d'implantation d'une rivière de contournement prévoit la modification en travers du bras d'eau issu de la source et de la brèche en rive gauche de la Cent Fonts sur tout son linéaire, soit 50m.</i>  <b>→ Déclaration</b></p>
<p><b>Rubrique 3.1.4.0</b> <b>Arrêté de prescriptions du 13 février 2002</b> Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales.</p>	<p>1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m : <i>projet soumis à <b>Autorisation</b></i>                      2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m : <i>projet soumis à <b>Déclaration</b></i></p>	<p><i>La consolidation des berges de la rivière de contournement passera par des techniques autres que des techniques végétales, sur un linéaire compris entre 20 et 200 m.</i>  <b>→ Déclaration</b></p>

**Fig. 41. Rubriques de la nomenclature « Loi sur l'Eau » concernées (Article R214-1 du Code de l'Environnement)**

Conformément à l'article R214-1 du Code de l'Environnement, modifié par le Décret n°2012-1268 du 16 Novembre 2012, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration, le présent projet est donc soumis à une **procédure déclarative**.

## **2. DISPOSITIONS GENERALES**

### **2.1. PLAN D'ASSURANCE QUALITE ET RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT**

Au cours de la période de préparation, l'entrepreneur établira (selon le souhait du Maître d'Ouvrage) un Plan d'Assurance Qualité et de respect de l'Environnement (PAQE), qui sera soumis au visa du Maître d'Œuvre.

### **2.2. RESEAUX CONCESSIONNAIRES**

L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions de repérage, piquetage et de protection pour préserver les réseaux existants et maintenus en service.

### **2.3. PREPARATION DU CHANTIER**

Voir le paragraphe « Contraintes d'accès au site ».

Un piquetage sera réalisé préalablement en présence du Maître d'ouvrage pour délimiter les emprises du chantier et réduire son impact sur le milieu.

Egalement, un constat d'huissier contradictoire des terrains, accès, bâtiments, ... sera effectué préalablement aux travaux.

### **2.4. ETUDES D'EXECUTION**

#### **2.4.1. Opération à la charge du Maître d'Ouvrage**

<b>N°</b>	<b>Opération</b>	<b>Documents à fournir</b>	<b>Délai</b>
<b>1</b>	<b>Branchement électrique</b>	<b>Demande d'un branchement et création d'un abonnement auprès du concessionnaire</b>	<b>Avant démarrage des travaux</b>

**Tabl. 10 - Opération à la charge du Maître d'ouvrage**

### 2.4.2. Opération à la charge de l'entreprise

#### 2.4.2.1. OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LA PERIODE DE PREPARATION

Sauf indication particulière, les délais au plus tard indiqués dans le tableau ci-après sont à compter de la date de notification de l'ordre de service de commencement des travaux. Les délais sont en jours calendaires.

N°	Opération	Documents à fournir	Délai
1	Plan des installations de chantier	Plans + mémoire	20 jours
2	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux - (DICT)	Récépissés des lettres recommandées	15 jours
3	Programme des travaux	Diagramme, note	15 jours
4	Programme des études d'exécution	Diagramme, note	15 jours
5	Plan particulier de sécurité et de protection de la santé PPSPS	Liste des membres du CISSCT, nom du représentant de l'entreprise	30 jours
6	Itinéraires de transport	PV de visite et CR de réunion avec les gestionnaires de voirie, Plans, note	30 jours
7	Plan d'Assurance Qualité et Environnement	Note d'organisation générale, procédures	30 jours
8	Constat d'huissier	Constat / état des lieux	30 jours

**Tabl. 11 - Opérations à exécuter pendant la période de préparation**

#### 2.4.2.2. OPERATIONS A EXECUTER PENDANT LE DEROULEMENT DES TRAVAUX

N°	Opération	Documents à fournir	Délai
1	PAQE des sous-traitants	Plans + mémoire, suivi d'avancement des travaux	30 jours avant application
2	Mise à jour des programmes de travaux	Diagramme, note	Tous les 15 jours
3	Origine des matériaux fournis par l'entrepreneur	Dossier d'agrément des produits : fiche technique, PV d'essais, documentation	1 mois avant utilisation envisagée
4	Plans d'exécution et avant-métrés	Relevés topographiques et bathymétriques, plans, notes de calculs, schémas	1 mois avant réalisation de l'ouvrage concerné
5	Contrôle interne	Procès-verbaux d'essais, photos	3 semaines avant réalisation de

			<b>l'ouvrage concerné</b>
--	--	--	---------------------------

**Tabl. 12 - Opérations à exécuter pendant le déroulement des travaux**

2.4.2.3. OPERATIONS A EXECUTER APRES LE DEROULEMENT DES TRAVAUX

<b>N°</b>	<b>Opération</b>	<b>Documents à fournir</b>	<b>Délai</b>
1	Plan des ouvrages exécutés	Relevés topographiques et bathymétriques Tous les plans, notes de calculs + mémoire	Lors de la demande de réception des travaux de la tranche de travaux concernée

**Tabl. 13 - Opérations à exécuter à la fin des travaux**

## **3. PROVENANCE, QUALITE ET MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX**

### **3.1. PRESCRIPTIONS GENERALES**

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

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

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

Une copie de tous les bons de livraison des matériaux, matériels ou ouvrages sera systématiquement remise au Maître d'Œuvre.

#### **3.1.1. Matériaux et produits normalisés**

Les produits et composants fournis par l'entreprise titulaire du marché devront être conformes aux normes européennes, sinon aux normes françaises NF. Selon les prescriptions de l'AFNOR et selon les textes de référence (décret 84.74 du 26 Janvier 1984, modifié par décret 90.653 du 18 Juillet 1990, et de la circulaire du premier Ministre du 13 Février 1991), il sera fait obligatoirement référence aux normes françaises NF, pour les matériaux en bénéficiant, ou aux autres normes reconnues équivalentes.

#### **3.1.2. Matériaux et produits non normalisés**

En cas d'absence de normes ou d'avis techniques sur les produits, les propositions du titulaire du marché seront soumises à l'approbation du Maître d'Œuvre et du Maître d'Ouvrage.

#### **3.1.3. Lieu de stockage provisoire des matériaux**

Le titulaire du marché devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour stocker les fournitures qui ne pourront être installées directement à leur emplacement définitif. Les lieux de stockage seront définis dans le cadre des documents à fournir pendant la phase de préparation du chantier.

Le titulaire du marché pourra prendre directement contact avec le Maître d'ouvrage et la commune pour définir l'emplacement le plus favorable à l'installation du chantier.

### 3.1.4. Chargement – Transport – Stockage

#### 3.1.4.1. CHARGEMENT

Les matériaux, éventuellement brisés lors des opérations de chargement, seront évacués par le titulaire du marché sur un site agréé.

#### 3.1.4.2. TRANSPORT

Le transport sera effectué par camions équipés d'une benne type enrochements.

Lors d'approvisionnement en carrière, le transport comprendra un arrêt pour pesage des camions.

#### 3.1.4.3. STOCKAGE

Les matériaux seront livrés sur dépôt provisoire après accord du Maître d'Œuvre, dans les limites d'emprise des travaux.

Les matériaux devront être stockés de façon à ne pas perturber le passage éventuel des crues.

### 3.1.5. Essais de contrôle des livraisons

Le Maître d'Œuvre a la possibilité de demander au titulaire du marché des essais de contrôle de qualité des matériaux s'il juge que les conditions d'exploitation en carrière conduisent à un changement de cette qualité.

En cours de travaux, à chaque fois que le Maître d'Œuvre le demandera, il sera fait un contrôle de granulométrie/blocométrie et de la forme des matériaux.

## 3.2. TERRASSEMENT

Le terrassement sera effectué conformément aux plans d'exécution, visés par le Maître d'Œuvre.

Le volume de terrassement pris en compte dans le DQE et qui sera métré correspond aux limites des ouvrages. Les volumes de terrassements sont calculés **non foisonnés**.

Les terrassements seront menés sur la berge accueillant les ouvrages projetés, ainsi que dans l'enceinte du dispositif d'isolement de chantier. L'entreprise prendra en compte dans l'établissement de ses prix l'emploi d'engins de terrassement adaptés.

### 3.2.1. Déblais

#### 3.2.1.1. GENERALITES

Ces fouilles comprendront les terrassements en masse en terrain meuble. Les points suivants seront respectés :

- en principe, le fond des fouilles sera dressé suivant la pente de l'ouvrage ;
- pour assurer la stabilité des parois, celles-ci seront taillées avec fruit ;
- les poches ou lentilles de nature plus compressible que l'ensemble du fond de fouille devront être purgées et remplacées par un matériau de compressibilité analogue à celle du bon sol à la même profondeur.

Les déblais proviendront des interventions suivantes :

- Reprofilage et élargissement du lit de la rivière de contournement, en particulier sur sa moitié amont ;
- Terrassement des berges de la rivière de contournement.

La prestation de déblais comprendra :

- l'amenée des fournitures et des moyens ;
- la mise à sec des zones de déblai ;
- la sécurisation des fouilles (blindage, talutage, ...) ;
- la mise en dépôt provisoire et la ré-utilisation sur site éventuelle de certains matériaux ;
- le chargement et l'évacuation en décharge agréée par le maître d'œuvre des matériaux non valorisés sur site.

Les déblais seront :

- Soit mis en remblais s'ils satisfont aux conditions indiquées ci-dessous ;
- Soit mis en dépôt définitif selon indications du SOGED (dont déblais de purges) ;
- Soit mis en dépôt provisoire à l'extérieur du chantier selon SOGED, et sur accord du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre ;
- Soit mis en remblais de remise en état et de remodelage de la rivière.

Les déblais non réutilisables ne seront pas utilisés pour le remblaiement des fouilles.

## **3.2.2. Remblais**

### **3.2.2.1. GENERALITES**

Dans ce projet, le remblai concerne l'homogénéisation de la pente du lit de la passe à poissons, le retalutage des berges et l'aménagement du lit de la rivière de contournement. La ré-utilisation des déblais du site sera priorisée mais des matériaux d'apport supplémentaires seront tout de même nécessaires à la bonne réalisation de la tâche.

Les matériaux d'apports devront être dépourvus de graines d'espèces végétales invasives.

#### **3.2.2.1.1. Prestation de remblai**

La prestation de remblai comprendra :

- L'amenée des fournitures et des moyens ;
- La mise en œuvre des remblais selon les règles de l'art et à partir de matériaux extérieurs au site ou bien mis en dépôt provisoire sur site ;
- Le réglage, nivellement et compactage des matériaux.

#### **3.2.2.1.2. Provenance des matériaux de remblais**

- Déblais du site ;

- Matériaux d'apport de provenance extérieure au chantier.

### 3.2.2.1.3. Types et destinations des remblais

Les matériaux de remblai nécessaires pour le chantier seront les suivants :

- Remblai des berges de la rivière de contournement, à partir des matériaux du site et de matériaux d'apport ;
- Matériaux granulaires d'apport pour reconstitution d'un matelas alluvial dans le canal réaménagé.

### 3.2.2.2. MATERIAUX D'APPORT POUR LE NIVELLEMENT DE LA PASSE A POISSONS

La rivière de contournement doit avoir une pente homogène sur tout son linéaire, ce qui n'est pas le cas actuellement. Le volume correspondant sera comblé par un matériau de type 0/31.5 mm et de classe D2/D3.

La prestation comprend :

- L'amenée des fournitures et des moyens ;
- La mise en sec des zones en remblais ;
- La fourniture et l'amenée des matériaux de remblais ;
- La mise en œuvre et le compactage des remblais.

Le nivellement de la passe à poisson correspond au « Remblai » indiqué sur le PLBRU de l'Annexe 1.

### 3.2.2.3. COUCHE DE FORME

La couche de forme se situera tout le long de la passe à poissons, sur 20 cm d'épaisseur. Les matériaux de couche de forme devront être insensibles à l'eau et seront de type « concassé calcaire » ou « roulé alluvionnaire » de granulométrie 60-120 mm (voir le PLBRU de l'Annexe 1).

### 3.2.2.4. MATERIAUX GRANULAIRES D'APPORT POUR MATELAS ALLUVIAL

Le matelas alluvial permet d'augmenter l'attractivité de la passe à poissons. Il est constitué d'une couche de 20 cm de matériaux 0-80mm (concassés calcaires ou bien de matériaux alluvionnaires). Voir le PLBRU de l'Annexe 1.

## 3.2.3. Géotextile

### 3.2.3.1. GENERALITES

Un géotextile sera utilisé sur toute la longueur de la passe à poissons. Utilisé comme isolant et anti-contaminant, il sera disposé sous la couche de forme et le matelas alluvial (voir le PLBRU de l'Annexe 1).

Il sera non tissé, imputrescible, insensible au gel, à l'action des liants, aux acides alcalins, aux bactéries et aux champignons.

Il doit être titulaire d'une certification « Géotextile certifié » délivré par l'ASQUAL et aura le marquage CE, dans leur masse de manière régulière au moins tous les 5 mètres dans le sens de production.

Mise en œuvre avec soin du matériau qui ne devra pas être endommagé ou déchiré avant ou pendant la mise en œuvre.

Dans le cas où la nappe pourrait être soumise à des efforts de traction, l'assemblage de 2 bandes devra être effectué par couture.

Les géotextiles assurant un rôle de séparation sont assemblés par simple recouvrement.

Les largeurs de chevauchement sont déterminées en fonction de la déformabilité du sol-support, selon le tableau ci-dessous :

Sol très déformable (circulation impossible engins lourd)	Sol déformable (orniérage)	Sol peu déformable (peu ou pas d'orniérage)
Chevauchement 0.90m	Chevauchement 0.50m	Chevauchement 0.30m

Toutes précautions doivent être prises pour ne pas endommager le géotextile lors d'un stockage prolongé sur le chantier à savoir :

- Ne pas superposer les rouleaux en porte à faux ou en couches croisées,
- Ne pas exposer au soleil ou aux intempéries le géotextile sauf s'il est maintenu dans un emballage opaque.

#### 3.2.3.2. GEOTEXTILE EN ARRIERE DES ENROCHEMENTS

Le géotextile de transition qui sera disposé en arrière des enrochements de protection des berges devra résister au poinçonnement des matériaux avec lesquels il sera en contact (enrochements 100 à 400kg).

Le géotextile devra posséder les caractéristiques mécaniques minimales suivantes :

- Résistance minimale au poinçon statique : 2,0 kN ;
- Perforation dynamique : 10 mm.

### 3.3. BETON ET MORTIER

#### 3.3.1. Utilisation

L'unique ouvrage de génie-civil est la prise d'eau amont de la passe à poissons, comprenant une semelle de fondation et un voile.

Cette prise d'eau sera coulée sur place ou bien préfabriquée. L'entreprise devra préciser la technique de construction retenue et le mode d'exécution des travaux.

Ses fondations devront respecter les prescriptions techniques spécifiées dans la seconde section du présent rapport.

#### 3.3.2. Mise en œuvre des bétons

Le béton à mettre en œuvre est destiné à :

- La réalisation de l'ouvrage de prise d'eau ;
- Le percolement des enrochements constitutifs des seuils.

Les zones de bétonnage devront être confinées de manière à ne pas provoquer de perte de laitance dans le cours d'eau.

La prestation comprendra les travaux suivants :

- L'amenée des fournitures et des moyens ;
- La mise en place du ferrailage (dont les barreaux anti-embâcles de la prise d'eau amont) ;
- Le coffrage des surfaces ;
- La mise en œuvre du béton (y compris décoffrage après travaux) ;
- La réalisation des joints de retrait, de dilatation...;
- La réalisation des surfaces de finition ;
- L'évacuation des déchets et rebuts en décharge.

La prestation comprendra les fournitures suivantes :

- Barres d'ancrage HA ;
- Produits de scellement ;
- Coffrage ;
- Ferrailage ;
- Joint de dilatation, water stop...;
- Béton.

Les bétons seront mis en place conformément aux plans du dossier.

### 3.3.3. Qualité du béton et du mortier

Les bétons utilisés devront respecter la norme NF EN 206-1 pour les bétons, et la norme complémentaire associée NF EN 206-1/CN.

#### 3.3.3.1. BETON DE STRUCTURE/PRISE D'EAU AMONT

La qualité du béton demandé est reprise dans les données ci-dessous :

Paramètres	Valeurs
Classe d'exposition	<b>XF1/XC4</b>
Classe de chlorure	<b>Cl 0.20</b>
Masse volumique minimale	<b>2.35 à 2,40 t/m<sup>3</sup></b>
Température maximale du béton à sa mise en place	<b>30°C</b>
Fissuration	<b>Préjudiciable</b>
Classe de résistance minimale à la compression	<b>C 30 / 37</b>
Classe de consistance (*)	<b>S3</b>
Dimension maximale des granulats	<b>20 mm</b>
Dosage mini ciment	<b>400 kg/m<sup>3</sup></b>

**Tabl. 14 - Caractéristiques du béton de structure**

En termes de prévention de l'alcali-réaction au sens du 5.2.3.4 de la Norme NF EN 206-1, les hypothèses à respecter sont données ci-dessous :

Paramètres	Valeurs
Catégorie d'ouvrage	<b>Catégorie 2</b>
Classe d'exposition	<b>Classe 2 au titre du Guide LCPC de 1994</b> <b>Classe XAR2 au titre du FD P 18-464</b>
Niveau de prévention	<b>B</b>

**Tabl. 15 - Niveau de prévention de l'alcali-réaction**

#### 3.3.3.2. BETON DE PERCOLEMET/LIAISONNEMENT DES ENROCHEMENTS

Le liant utilisé doit avoir une bonne fluidité et une résistance optimale à la ségrégation : il s'agira d'un béton colloïdal à structure fermée, adapté aux sollicitations du site.

Paramètre	Valeur
Classe d'exposition	<b>XC1</b>
Classe de chlorure	<b>Cl 0.20</b>
Masse volumique minimale	<b>2,20 à 2,30 t/m<sup>3</sup></b>
Température maximale du béton à sa mise en place	<b>30°C</b>

Fissuration	<b>Préjudiciable</b>
Classe de résistance minimale à la compression	<b>C 30 / 37</b>
Classe de consistance (*)	<b>S4</b>
Dimension maximale des granulats	<b>20 mm</b>
Dosage mini ciment	<b>300 kg/m<sup>3</sup></b>

**Tabl. 16 - Caractéristiques du béton de percolement**

#### 3.3.3.3. MORTIER

Le mortier sera utilisé pour assembler les matériaux.

Le mortier devra être titulaire de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique au titre de scellement ou de calage.

La qualité du mortier demandé est reprise dans les données ci-dessous :

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>
Classe d'exposition	<b>XC2 / XF3</b>
Classe de chlorure	<b>Cl 1</b>
Classe de résistance minimale à la compression	<b>C 12 / 15</b>

**Tabl. 17 - Caractéristiques du mortier**

#### 3.3.4. Contrôle de la qualité des livraisons

La fourniture de béton sera réalisée à partir d'une centrale à béton agréée, les prélèvements seront effectués **à réception sur le chantier impérativement**.

Ces prélèvements seront effectués à l'abri en récipient étanches et étiquetés, précisant la désignation complète du ciment, la date et le mode de prélèvement, ainsi que le lot de ciment ayant fait l'objet de prélèvement.

Le Maître d'œuvre aura libre accès au site de stockage des prélèvements et pourra, à sa convenance, compléter le contrôle de l'authenticité des prélèvements par l'apposition de son cachet ou de la signature de son représentant.

La prise d'échantillons dans le prélèvement et leur envoi au laboratoire devront être menés contradictoirement en présence du Maître d'œuvre ou de son représentant.

Les prélèvements seront conservés pendant une durée minimale de 6 mois après dernier bétonnage des lots de ciment concerné par les prélèvements, et ne pourront être évacués sans l'accord écrit du Maître d'œuvre.

Les épreuves de contrôle sont à la charge de l'opérateur économique. Elles seront réalisées par un laboratoire indépendant de la chaîne de production. Les épreuves minimales à exécuter sont :

- Pour le radier : 1 prélèvement par passe coulée avec 3 éprouvettes pour essais de résistance à la compression à 7 jours et 3 éprouvettes pour essais de résistance à la compression à 28 jours ;

- Pour les voiles : 1 prélèvement par passe coulée avec 3 éprouvettes pour essais de résistance à la compression à 7 jours et 3 éprouvettes pour essais de résistance à la compression à 28 jours.

### 3.3.5. Granulats

Les granulats seront d'origine naturelle, composés de matériaux alluvionnaires ou concassés, ou le mélange des deux, provenant de roches insensibles au milieu environnant et non nocives pour les autres éléments du béton.

Les granulats devront satisfaire aux exigences du fascicule 65 et de la norme NF EN 12620 relative aux granulats pour bétons hydrauliques.

La densité des granulats sera supérieure ou égale à 2,6.

### 3.3.6. Adjuvants

Les adjuvants utilisés devront être titulaire de la marque NF adjuvants.

Norme en vigueur concernant les adjuvants : NF EN 934 – 2 et NF EN 480

L'efficacité et les effets secondaires de chaque adjuvant pouvant varier en fonction de son dosage dans le béton et des divers composants de celui-ci, en particulier du ciment, l'opérateur économique s'assurera par des essais préalables que l'efficacité annoncée est bien confirmée et l'étendue des effets secondaires identifiée.

L'opérateur économique fournira pour approbation de tout adjuvant :

- La fiche technique de l'adjuvant,
- Les rapports des essais montrant la compatibilité de l'adjuvant avec les autres composants du béton, leur influence sur le dosage en eau à consistance égale, leur effet sur la consistance à dosage en eau égale, les temps de début et de fin de prise d'une pâte pure, les résistances mécaniques du béton obtenu.

Ces essais seront faits pour le dosage optimal proposé et pour un dosage moitié et double de ce dosage optimal.

Certains adjuvants étant incompatibles entre eux ou avec des adjuvants de marques différentes, l'utilisation simultanée de plusieurs adjuvants ne pourra s'effectuer qu'après accord écrit des fabricants qui devront préciser toute spécification complémentaire.

- Tout adjuvant se présentera sous forme liquide,
- L'adjonction d'un adjuvant sera obligatoirement effectuée de manière automatique,
- L'incorporation d'adjuvant à l'extérieur de la centrale à béton est proscrite,
- Pour les ouvrages en contact de l'eau, l'opérateur économique mettra en œuvre un adjuvant pour imperméabilisation relative du béton dans la masse.

### 3.3.7. Armatures pour béton armé

#### 3.3.7.1. NORMES ET REGLEMENTS

Les calculs seront effectués conformément aux Eurocodes et au CCTG en vigueur (fascicule 62, titre V).

- CCTG – Fascicule 65 : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint ;
- CCTG - Fascicule 68 : Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil
- NF A 35-015 : Ronds lisses pour béton armé ;
- NF A 35-016 : Armatures pour béton armé ; barres et fil machine à haute adhérence pour béton armé ;
- NF A 35-019: Armatures pour béton armé ; fils à haute adhérence ;
- NF EN 10080: Aciers soudables pour béton armé ;
- NF A 35-024: Armatures pour béton armé ; treillis soudés et éléments constitutifs ;
- NF A 35-027 : Armatures pour béton armé ; armatures industrielles pour le béton.

L'équivalent des normes citées ci-dessus sont acceptées.

#### 3.3.7.2. QUALITE DES ACIERS

Les aciers pour armatures seront des classes :

- Ronds lisses Fe E 235 pour bétons armés,
- Aciers à haute adhérence Fe E 500.

Ils devront bénéficier de la certification NF AFCAB.

#### 3.3.7.3. ENROBAGES

A définir lors des études d'exécution suivant les exigences des Eurocodes 2. Les enrobages minimum suivants devront néanmoins être respectés :

Pour les ouvrages en contact avec les effluents :

- L'enrobage minimum pour les faces exposées aux effluents sera de 5 cm.

Pour les ouvrages qui ne sont pas en contact avec les effluents :

- L'enrobage minimum sera de 4 cm.

### 3.3.8. Coffrages pour béton armé

#### 3.3.8.1. NORMES ET REGLEMENTS

- DTU P 18 201 - DTU n° 21 - Cahier des Clauses Techniques : Exécution des travaux en béton,

- DTU P 18 210 - DTU n° 23.1 - Cahier des Charges applicables aux travaux de parois et murs en béton banché,
- Fascicule 65 du CCTG.

#### 3.3.8.2. COFFRAGES

Les coffrages seront en bois (planches, panneaux de particules, contre-plaqués), tôle ou autres matériaux agréés, et permettront d'obtenir les qualités requises. En cas d'emploi de panneaux de contre-plaqué, la qualité choisie sera du type à imprégnation spéciale pour bétons. Les coffrages sont destinés à des parements vus et devront assurer la réalisation d'un ouvrage définitif propre.

Les panneaux en bois seront neufs lors de leur première utilisation sur le chantier. Ils pourront être réutilisés dans la mesure où ils auront été nettoyés, réparés si nécessaire et où ils seront capables de donner des surfaces de béton conformes aux spécifications.

#### 3.3.9. Eléments préfabriqués

Dans le cadre de la mise en place de la prise d'eau, les travaux pourront faire l'objet de pose d'éléments préfabriqués.

Sur ce point, le choix est laissé libre à l'entrepreneur, qui pourra proposer la réalisation sur place des ouvrages en béton armé (coffrage) ou bien l'utilisation d'éléments préfabriqués. Il devra dans sa proposition détailler son choix et les variantes envisagées.

Les caractéristiques techniques concernant ces éléments seront soumises à l'agrément du Maître d'œuvre avant toute mise en place.

En cas de non-conformité, l'Entrepreneur devra, à ses frais, étudier d'autres solutions techniques satisfaisant aux conditions de réalisation de l'ouvrage.

Les sujétions de mise en œuvre éventuelle sont à la charge de l'opérateur économique (transport, manutention, calepinage, joints, etc.).

### 3.4. ENROCHEMENTS

#### 3.4.1. Mise en œuvre

##### 3.4.1.1. CONFORTEMENT DE BERGES

Certaines portions de berge seront confortées par une carapace en enrochements appareillés, disposés en une couche : au niveau de chaque seuil mais aussi de la rive concave, là où une source s'écoule directement dans la rivière de contournement. A noter qu'une échancrure devra être créée pour permettre à l'eau de cette source de s'écouler dans la passe à poissons sans créer de désordre (voir plan de masse en Annexe 1).

Ces blocs seront mis en place directement sur le géotextile.

Leur agencement nécessitera le plus grand soin et ils devront être mis en place un à un, du bas vers le haut et d'aval vers amont.

La mise en œuvre de ces blocs devra respecter les règles suivantes :

- Pose des enrochements hors d'eau, nécessitant un assèchement des fouilles ;

- Mise en œuvre des enrochements un à un à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'une pince, en commençant par le bas de la berge et en remontant vers le sommet, en respectant une pente de 3H/2V ;
- Mise en œuvre par déversement ou par poussage aux engins prohibée. En effet, elle ne permet aucune reprise dans l'arrangement des blocs et peut conduire à une fracturation des blocs dans des proportions excessives ;
- En aucun cas les différentes couches d'enrochements ne seront réalisées une par une. Les blocs seront imbriqués avec un décalage d'un demi-bloc au fur et à mesure de la constitution de la berge ;
- Disposition des blocs d'enrochements de manière à ce qu'il subsiste le minimum de vide ;
- Arrangement des blocs de façon à présenter une rugosité maximale. Cela revient à mettre leur grand axe perpendiculairement au sens d'écoulement ;
- Les nids de petits blocs sont prohibés. De même, la juxtaposition de gros blocs sur les deux couches devra être évitée. Un amalgame de petits, moyens et gros blocs doit être assuré de façon à présenter un revêtement homogène bien imbriqué ;
- Agencement des blocs au minimum de niveau « dense », soit 5 points de contact exigés pour chaque bloc avec les blocs limitrophes.

#### 3.4.1.2. ENROCHEMENTS DE CONDITIONNEMENT DES ECOULEMENTS

Des enrochements seront employés pour le conditionnement des écoulements la rivière de contournement via la création de singularités hydrauliques.

Ces singularités hydrauliques seront des seuils constitués d'enrochements percolés au béton. Les enrochements seront ancrés dans le matelas alluvial qui sera reconstitué. Les ancrages en berge seront suffisants (un demi bloc à un bloc ancré en berge). Ces petits ouvrages seront composés d'une largeur d'enrochement en leur centre, qui s'évasera vers la berge pour atteindre 2 largeurs d'enrochement.

### 3.4.2. Blocométrie

#### 3.4.2.1. DESCRIPTION

La granulométrie des enrochements est définie à partir de 3 critères :

##### 1. P10 et P90

La composition optimale est définie par une répartition linéaire entre les trois valeurs composant le type d'enrochement ( $x$  kg/  $y$  kg/  $z$  kg) qui seront appelées P10, P50 et P90 soit :

- 10% des blocs ont un poids < P10 ( $x$  kg) ;
- 50% des blocs ont un poids < P50 ( $y$  kg) ;
- 90% des blocs ont un poids < P90 ( $z$  kg).

##### 2. Poids minimal et maximal

Aucun bloc ne devra être inférieur au poids minimal fixé à P10/2.

Aucun bloc ne devra avoir un poids supérieur à 1,5 P90.

### 3. Poids moyen

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

#### 3.4.2.2. CONFORTEMENT DE BERGES

La blocométrie des enrochements sera la suivante :

Type d'enrochements	D 10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P 10 (kg)	P 50 (kg)	P 90 (kg)
100/200/400	0.45	0.55	0.65	100	200	400

#### 3.4.2.3. CONDITIONNEMENT DES ECOULEMENTS

La blocométrie des enrochements sera la même que pour le confortement des berges, soit à nouveau :

Type d'enrochements	D 10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P 10 (kg)	P 50 (kg)	P 90 (kg)
100/200/400	0.45	0.55	0.65	100	200	400

### 3.4.3. **Qualité**

Les matériaux utilisés doivent être de roche saine non fracturée (norme NF EN 13383-1 et NF EN 13383-2 d'août 2003).

Les exigences suivantes devront être respectées :

- Résistance mécanique permettant d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et des déplacements sous l'effet des courants ;
- Blocs propres, sans inclusion de terre ou de matières organiques ;
- Poids spécifique des blocs supérieur à 2,5 t/m<sup>3</sup> ;
- Résistance à l'usure correspondra à un coefficient « Micro Deval » inférieur à 30.
- A noter que les résultats d'essai présentés devront être datés de moins de 5 ans.

### 3.4.4. **Morphologie : définition des tolérances**

Les enrochements doivent être à angles marqués, de forme tétraédrique. Ceci exclut les boules glaciaires et les blocs roulés.

Les contraintes de tolérance sur les formes sont les suivantes :

- Moins de 25% de blocs de longueur (plus grande dimension) supérieure à 2,5 fois l'épaisseur (plus petite dimension) ;
- Les blocs où le rapport ci-dessus est supérieur à 3 doivent être rebutés.

L'élimination des blocs à rebuter se fait soit en carrière, soit sur les dépôts d'agrément, soit à la mise en place si la sortie des tolérances résulte de leur manutention (casse, fracturation).

### 3.4.5. Mise en dépôt d'agrément

Un stock doit être constitué en carrière en vue de l'agrément. Le contrôle de la blocométrie et des tolérances dimensionnelles se fait par comparaison avec trois blocs représentant P10, P50 et P90 repérés à la peinture rouge. Le volume d'enrochements constitué doit représenter 30 % de l'approvisionnement. Sur site, il doit être impérativement constitué d'un stock de blocs représentant deux jours de travail d'avance, de façon à garder une marge de manœuvre en cas de non-conformité ou de rupture d'approvisionnement.

### 3.4.6. Essais de contrôle des livraisons

Le Maître d'œuvre a la possibilité de demander à l'Entrepreneur des essais de contrôle de la qualité des matériaux s'il juge que les conditions de l'exploitation en carrière conduisent à un changement de cette qualité (par exemple, changement de filon en carrière).

En cours de fabrication, à chaque fois que le Maître d'œuvre le juge nécessaire, il est fait un contrôle de blocométrie des enrochements, accompagné d'un contrôle de la forme des blocs. Ce contrôle porte au minimum sur un poids total des matériaux au moins égal à 10 fois le poids maximum, entreposés en carrière avant le chargement sur le lieu de dépôt provisoire (sur site).

A l'arrivée sur site, le dépôt doit également être contrôlé avant réutilisation, pour déceler et écarter tout bloc qui aura subi, pendant le chargement, le transport ou au déchargement, un éclatement suffisamment important pour ne plus satisfaire aux normes de blocométrie, forme ou gammes de poids. Un contrôle rapide du poids moyen est fait en divisant le poids du chargement par le nombre de blocs.

Des blocs témoins doivent également être disposés sur le chantier.

Pour contrôler le tonnage livré sur la zone de dépôt, l'Entrepreneur doit pouvoir fournir toute justification de pesage des camions.

## 3.5. AUTRES EQUIPEMENTS

### 3.5.1. Batardeaux

Des batardeaux en bois seront fournis pour la fermeture de la prise d'eau.

Cette prestation inclut la fourniture et l'installation des glissières en face amont de la prise d'eau, ainsi que les batardeaux en bois (classe 4) munis d'un système de levage et de manutention adapté.

Les glissières seront en acier galvanisé et seront disposées de part et d'autre de l'échancrure de la prise d'eau, espacés de la même largeur que les batardeaux choisis et hauts de **50 cm**, démarrant à la côte **215.20 m NGF**, soit 5 cm en-dessous de l'échancrure.

## **3.6. PLANTATIONS ET GENIE-VEGETAL**

### **3.6.1. Géotextile anti-érosif biodégradable**

#### 3.6.1.1. DESCRIPTION

On utilisera comme géotextile biodégradable un treillis de coco ou de chanvre tissé type H2M5, 740 g/m<sup>2</sup>.

Les géotextiles seront fixés au sol au moyen d'agrafes métalliques :

- Agrafes en fer à béton recourbées, longueur totale 90 cm, diamètre 6 mm.

Le prix de fourniture de ces agrafes est compris dans le prix de fourniture des géotextiles. Ces matériaux seront métrés contrairement au mètre carré de surface effective mise en place (y compris recouvrements).

#### 3.6.1.2. MISE EN ŒUVRE

Les films sont placés en bandes successives parallèles au courant en débutant par le pied de berge. Le recouvrement des lés se fait de haut en bas et dans le sens du courant. Les recouvrements seront d'au moins 15 cm latéralement et 50 cm longitudinalement. Les lés, seront recourbés aux deux extrémités sur environ 40 cm, afin de venir envelopper la terre végétale.

Les bandes sont fixées à raison de 2 agrafes en bois au moins par m<sup>2</sup>.

Les rouleaux supérieurs (pied de berge) et inférieur (pied de banquettes) seront plaqués au sol et maintenus par une rangée d'agrafes.

La remise en état des endroits découpés pour la plantation des plants en racines nues, s'effectue en ajoutant de petites agrafes en U Ø4 mm, à raison de 1-2 pièces/plante. De même, les endroits formant éventuellement des "poches" sont agrafés de manière complémentaire.

La mise en place des géotextiles biodégradables sera comptabilisée contrairement à la surface de berge effectivement recouverte.

### **3.6.2. Exécution des semis - enherbement**

#### 3.6.2.1. GENERALITES

L'enherbement se pratiquera exclusivement sur des surfaces remaniées et mises à nu par des travaux de terrassement. Il s'agit d'un enherbement à réaliser sur les berges de la rivière de contournement.

L'ensemencement interviendra avant et après la pose des géotextiles, de manière à couvrir l'ensemble de la berge.

L'époque favorable au ré-enherbement est de la mi-octobre à la mi-mars.

#### 3.6.2.2. PRESCRIPTIONS

L'Entrepreneur se doit de justifier la provenance des graines par une copie des factures et du certificat d'origine du Service Officiel de Contrôle et de Certification des Semences et des Plantes (S.O.C.C.).

Les graines proviennent de fournisseurs agréés par le Maître d'Œuvre. Il est utilisé en priorité des espèces à croissance lente et à développement réduit, mais couvrant entièrement le sol.

Avant l'exécution des semis, l'Entrepreneur exécutera un fraissage et un réglage. Les semis seront exécutés sur les surfaces indiquées.

Il appartient à l'Entrepreneur de proposer au Maître d'Œuvre les modifications qui lui paraîtraient souhaitables si les conditions d'emploi se révèlent défavorables.

Les travaux de semis sont réalisés le plus tôt possible après les travaux de mises en œuvre et compactage de la terre végétale pour éviter les ruissellements et érosions de la berge.

Les travaux ne devront en aucun cas causer de dommages aux végétaux ligneux présents sur le site, sous peine de devoir réparer les préjudices.

L'enherbement se fera par projection hydraulique de graines ou manuellement. La dose du mélange de graines à épandre uniformément est de 30 g/m<sup>2</sup> selon un mélange adapté de 10 à 20 espèces (type mésophiles). Le roulage sera réalisé après épandage des graines.

Dans le cas d'un ensemencement manuel, cette dose pourra être augmentée.

### 3.6.2.3. MELANGE GRAINIERS POUR SURFACE A ENHERBER

L'ensemencement se pratique sur des surfaces remaniées et mises à nu par des travaux de terrassement.

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

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

Pour rappel, l'époque favorable au réensemencement est de la mi-octobre à la mi-mars.

Les espèces suivantes pourront être utilisées :

**Tabl. 18 - Détail du mélange grainier pour l'ensemencement des berges**

Formations d'herbacées		%
<i>Agrostis stolonifera</i>	agrostis stolonifère	5
<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés	5
<i>Cynosurus cristatus</i>	Crételle	10
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Canche gazonnante	5
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle	5
<i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque élevée	10
<i>Festuca rubra</i>	Rfétuque roufge	25
<i>Lolium perenne</i>	Ray-grass anglais	10
<i>Phalaris arundinacea</i>	Badingère, faux roseau	10
<i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés	5
<i>Poa trivialis</i>	Paturin commun	5
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier coniculé	1
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	2
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	2
		<b>100</b>

#### 3.6.2.4. PROVENANCE DES MELANGES GRAINIERS

Avant tout approvisionnement à pied d'œuvre des mélanges de graines nécessaires au semis des surfaces travaillées, l'Entreprise préparant les mélanges sera choisie d'entente avec le Maître d'Œuvre.

L'Entrepreneur justifie de la provenance des mélanges et des espèces distinctes par la remise des étiquettes figurant sur et dans les sacs de graines utilisées portant le numéro de conditionnement, le poids et la date de fermeture du sac, ainsi que le détail des espèces et variétés des composants.

Pour chaque espèce, la graine sera pure, correspondant bien au genre de l'espèce ou variété demandées :

- Bien constituée dans toutes les parties ;
- D'une bonne faculté germinative ;
- D'une couleur homogène ;
- Non atteinte de maladie parasitaire ou cryptogamique.

Les mélanges grainiers proposés à l'agrément du Maître d'Œuvre seront conformes aux prescriptions du fascicule 35 du CCTG.

En cas de doute sur la composition des mélanges de graines, le Maître d'Œuvre est autorisé à prélever un échantillon dans l'un ou l'autre sac et à le faire analyser dans un laboratoire spécialisé (aux frais de l'Entrepreneur concerné si le résultat d'analyse démontre des différences notables avec les compositions exigées).

## 4. BILAN DES DEBLAIS ET REMBLAIS

L'opération induira les mouvements de matériaux suivants :

- Terrassement en déblai :  $\approx 20 \text{ m}^3$  ;
- Réutilisation sur site en remblai :  $\approx 20 \text{ m}^3$  ;
- Matériaux d'apport pour le remblai du lit et des berges :  $\approx 30 \text{ m}^3$
- Matériaux d'apport pour le matelas alluvial:  $\approx 20 \text{ m}^3$

Globalement, il est prévu un remblai supérieur au déblai d'une vingtaine de mètres cube. Cela correspond exactement à la mise en place du matelas alluvial sur le lit de la rivière de contournement.

## 5. MODE OPERATOIRE

Le mode opératoire des travaux relatifs à l'aménagement de la rivière de contournement est envisagé comme suit :

- Préparation des accès ;

- Mise à sec du bras d'eau ;
- Aménagement de l'ouvrage de prise d'eau (devant permettre un batardage) ;
- Terrassement et aménagement de la rivière de contournement de l'amont vers l'aval ;
- Mise en place des équipements ;
- Ouverture des jonctions amont/aval et mise en service ;

## 6. PLANNING PREVISIONNEL DE REALISATION

La période de réalisation des travaux sera préalablement choisie et correspondra à une période non sensible pour la vie et la reproduction de la faune, afin de réduire au maximum les impacts sur le succès reproducteur des différentes espèces.

Tenant compte de la période de reproduction des espèces piscicoles en place, et en privilégiant la période d'étiage afin de faciliter les interventions, la réalisation des travaux devra par conséquent être programmée de préférence sur la période de juillet à mi-octobre.

La réalisation des travaux est projetée suivant le planning suivant :

- Préparation du chantier (4 semaines) ;
- Exécution des travaux de terrassement et génie-civil (6 semaines) ;
- A l'issue des travaux, un récolement sera effectué par un bureau de géomètre expert et indépendant.

## 7. MONTANT ESTIMATIF DES TRAVAUX

Le montant estimatif des travaux est de **40.450€ HT**. Le tableau de détail est présenté ci-après :

Restauration de la continuité écologique au droit du seuil du moulin Bruet					
N°	DESIGNATION	UNITE	PRIX UNITAIRE en € HT	QUANTITE	MONTANT TOTAL € HT
0	<b>FRAIS DE CHANTIER</b>				<b>10 000.00 €</b>
0.1	Installation de chantier, yc signalisation, remise en état, ...	Forf.	6 000.00 €	1.00	6 000.00 €
0.2	Etudes d'exécution, PAQ/PAE/PPSPS, implantation et piquetage	Forf.	2 500.00 €	1.00	2 500.00 €
0.3	Plan de récolement et Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)	Forf.	1 500.00 €	1.00	1 500.00 €
1	<b>TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				<b>7 500.00 €</b>
1.1	Préparation des accès - Déboisement, piste d'accès	Forf.	5 000.00 €	1.00	5 000.00 €
1.2	Isolement de la rivière de contournement et système de pompage/bac de décantation	Forf.	2 500.00 €	1.00	2 500.00 €
2	<b>TERRASSEMENTS</b>				<b>8 750.00 €</b>
2.1	Terrassement en déblais / remblais sur site (yc mise en dépôt provisoire et soutènement provisoire des terres)	m3	25.00 €	15.00	375.00 €
2.2	Evacuation des déblais excédents	m3	35.00 €	85.00	2 975.00 €
2.3	Matériaux granulaires d'apport (0-80 mm) pour matelas de fond ép.=0.2m	m3	60.00 €	30.00	1 800.00 €
2.4	Matériaux granulaires d'apport (60-120 mm) pour la couche de forme ép.=0.2m	m3	120.00 €	30.00	3 600.00 €
3	<b>GENIE CIVIL ET MACONNERIE</b>				<b>7 500.00 €</b>
3.1	Prise d'eau amont (semelle et voile en béton armé, yc terrassement)	Forf.	7 500.00 €	1.00	7 500.00 €
4	<b>ENROCHEMENTS</b>				<b>2 500.00 €</b>
4.1	Enrochements de confortement de berges (100-400kg)	m3	100.00 €	15.00	1 500.00 €
4.2	Enrochements pour seuils (100-400kg) percolés au béton	m3	100.00 €	10.00	1 000.00 €
5	<b>AUTRES EQUIPEMENTS</b>				<b>1 600.00 €</b>
5.1	Géotextile anti-contaminant	m2	4.00 €	200.00	800.00 €
5.2	Batardeaux en bois	U	200.00 €	4.00	800.00 €
6	<b>PLANTATIONS</b>				<b>2 600.00 €</b>
6.1	Treillis coco H2M5 (fourniture et pose)	m2	9.00 €	200.00	1 800.00 €
6.2	Ensemencement des berges	m2	2.00 €	400.00	800.00 €
				<b>Total HT</b>	<b>40 450.000 €</b>
				<b>TVA (20 %)</b>	<b>8 090.00 €</b>
				<b>Total TTC</b>	<b>48 540.000 €</b>

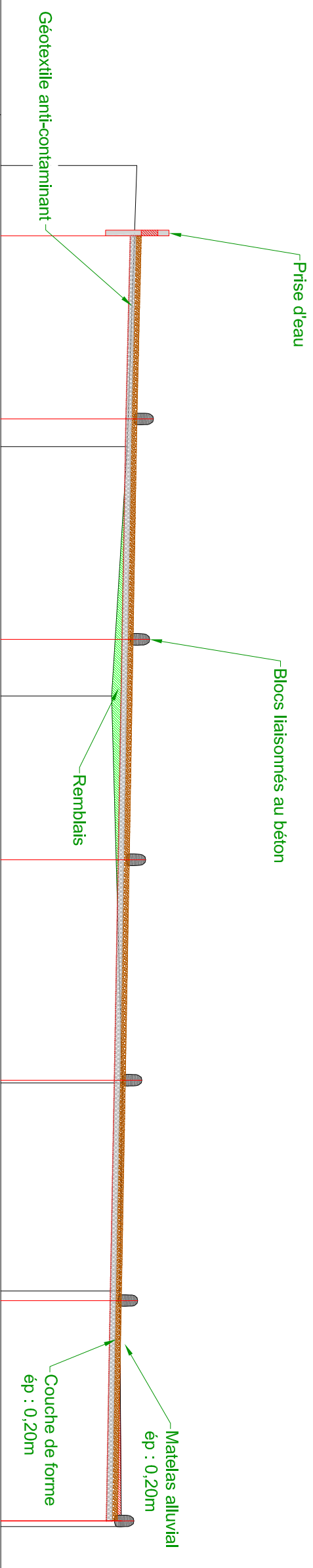
## **ANNEXE 1**

# **PLANS DES AMENAGEMENTS**



# PLBRU

PC : 210.00 m



N° point	PE	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Distances cumulées	0.00	10.20	19.26	33.30	40.85	49.40	
Altitude	214.94	214.59	214.02	214.41	214.31	214.37	
Distances cumulées PRO		2.55	9.20	17.20	25.20	33.20	41.20
Cote surverse PRO		215.10	215.54	215.40	215.26	215.12	214.83
Cote échancreure PRO		215.11	215.54	215.00	214.89	214.75	214.47



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

**ARTELIA**

1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

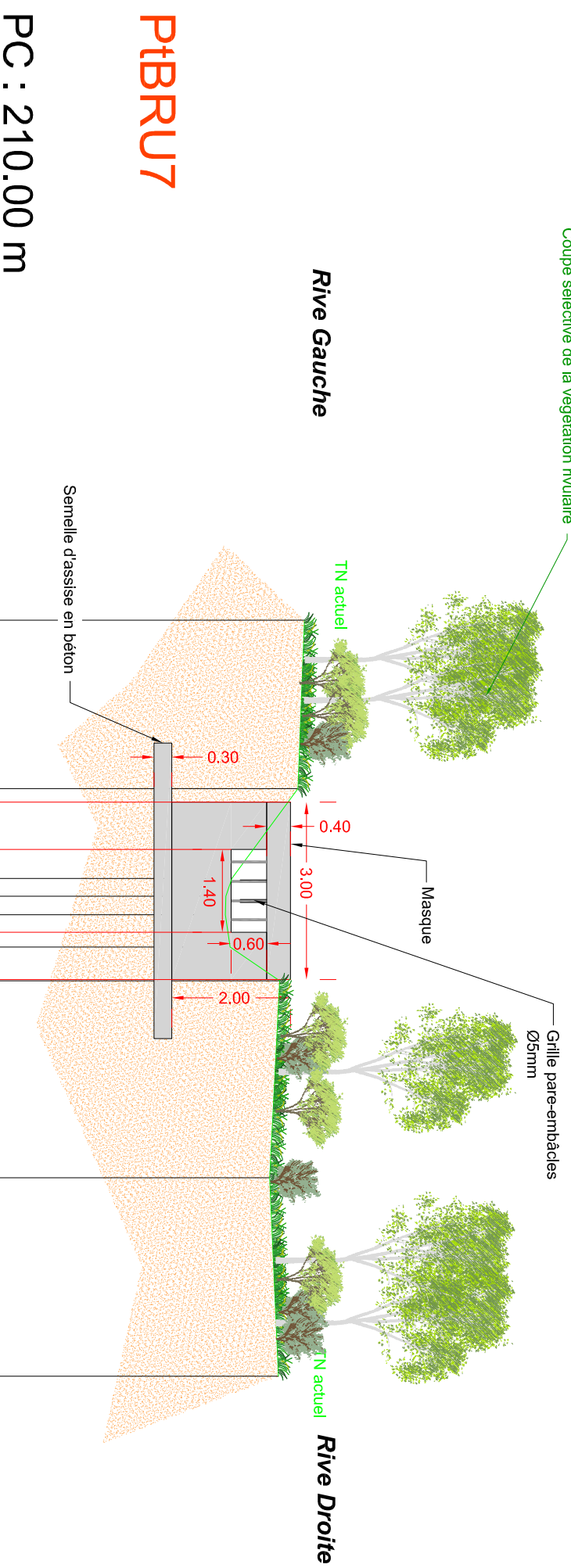
Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet

**Phase 1**

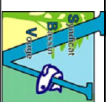
**Profil en long des aménagements au droit du Moulin Bruet**

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE	Vérifié par :	DR/APT	N° de Plan	5	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

Coupe sélective de la végétation rivulaire



N° point	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distances cumulées	0.00	2.85	4.35	4.65	4.95	5.50	6.04	9.36	12.67
Altitude	216.34	216.23	215.11	215.01	215.00	215.08	215.92	215.75	215.90
Distances cumulées PRO		3.08	3.88	5.28	6.08				
Altitude PRO		216.10	215.10	215.10	215.10	216.10			



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge



1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet

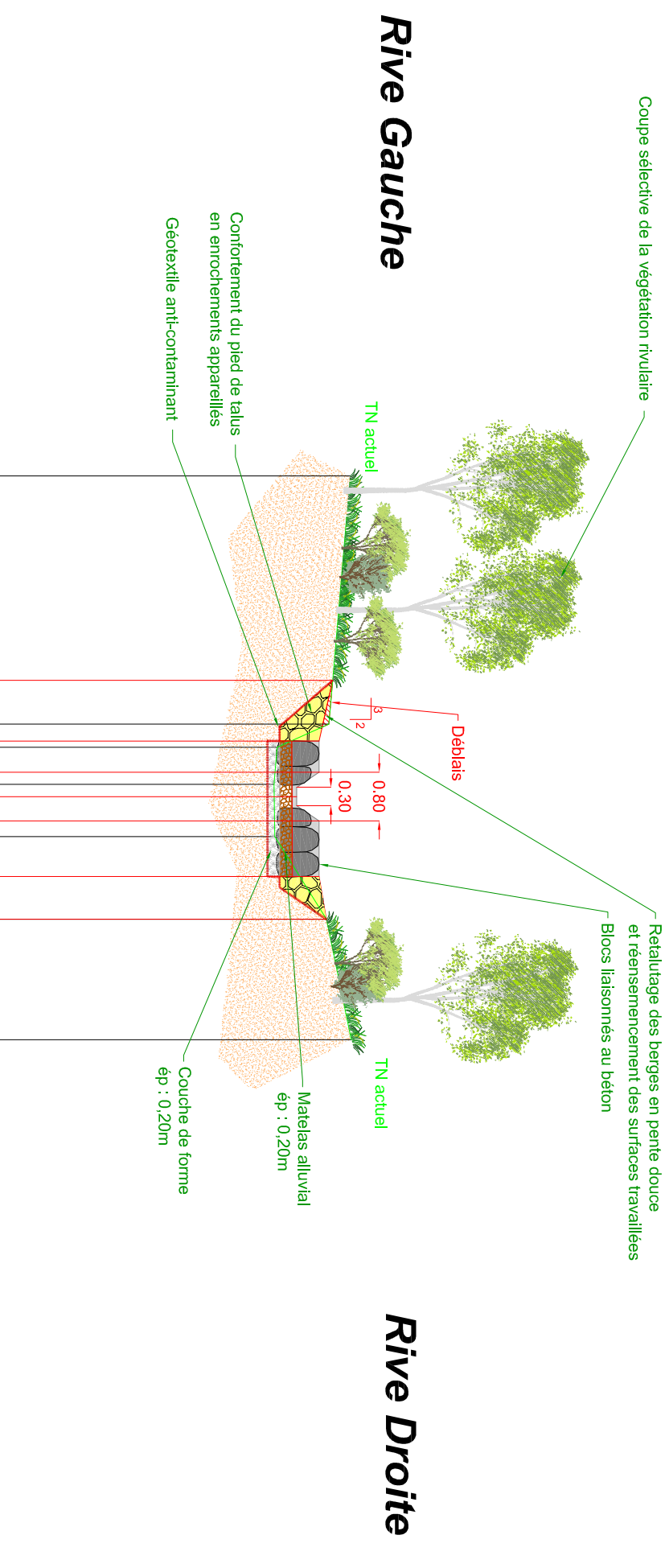
**Phase 1**

Profil en travers au niveau de la prise d'eau - Vue amont

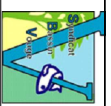
N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE	Vérifié par :	DR/APT	N° de Plan	2	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

# PtBRU8

## PC : 210.00 m



N° point	1	2	3	4	5	6	7
Distances cumulées	0.00	4.08	4.46	5.01	5.86	7.19	9.16
Altitude	215.77	215.42	214.57	214.52	214.53	215.38	215.79
Distances cumulées PRO	3.59	4.36	4.87	4.46	5.07	6.58	7.29
Altitude PRO	215.48	215.26	215.26	214.89	215.26	215.48	215.38



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

**ARTELIA**

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	R/E/E/C/T	Vérifié par :	D/R/A/P/T	N° de Plan	3	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

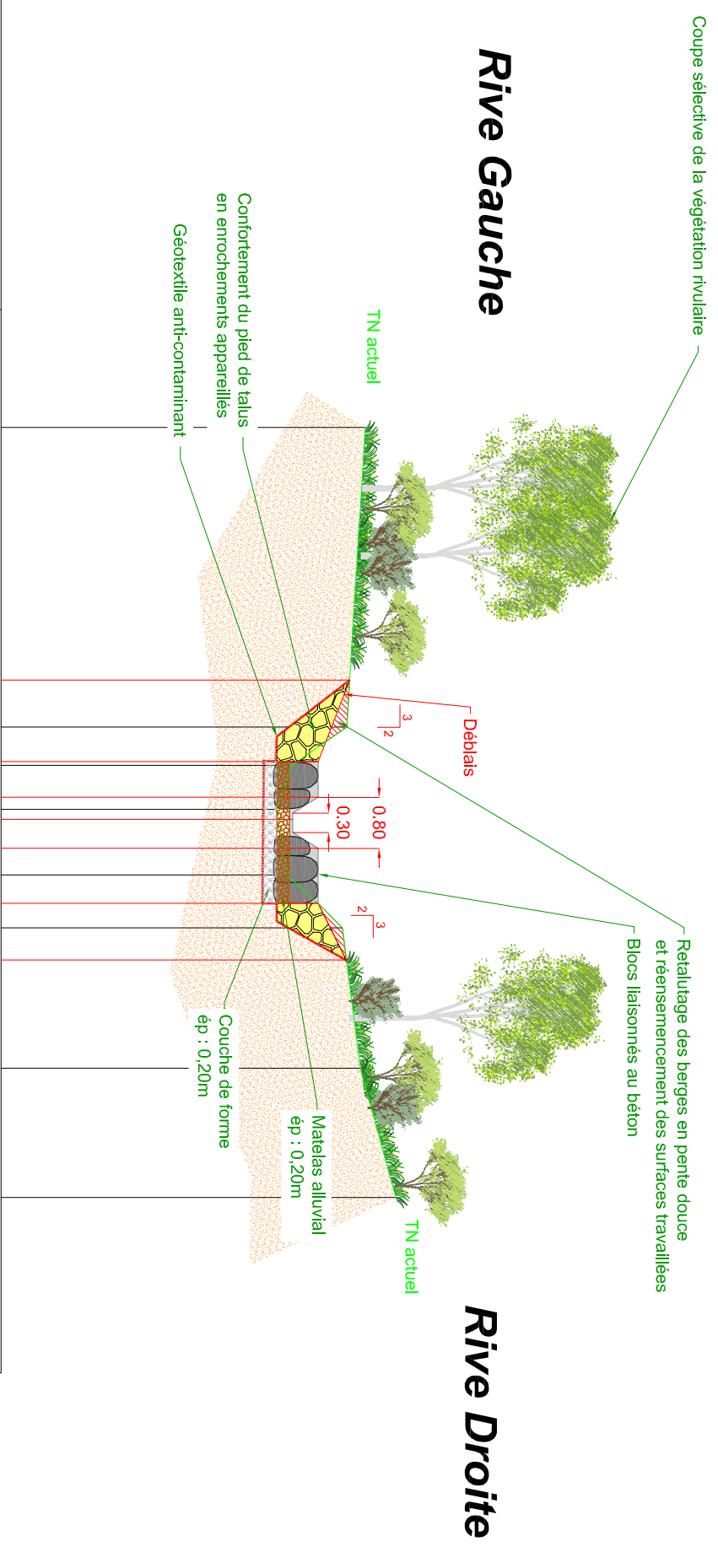
Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet

**Phase 1**

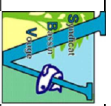
**Profil en travers au niveau du profil 8 - Vue amont**

# PtBRU9

## PC : 210.00 m



N° point	1	2	3	4	5	6	7	8
Distances cumulées	0.00	4.70	5.25	5.94	6.97	7.79	9.97	11.92
Altitude	215.71	215.42	214.97	214.31	214.48	215.35	215.63	216.19
Distances cumulées PRO	3.96	5.24	5.75	6.15	6.55	7.46	8.35	
Altitude PRO	215.47	214.97	214.97	214.60	214.97	215.42	215.42	



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

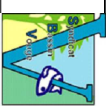
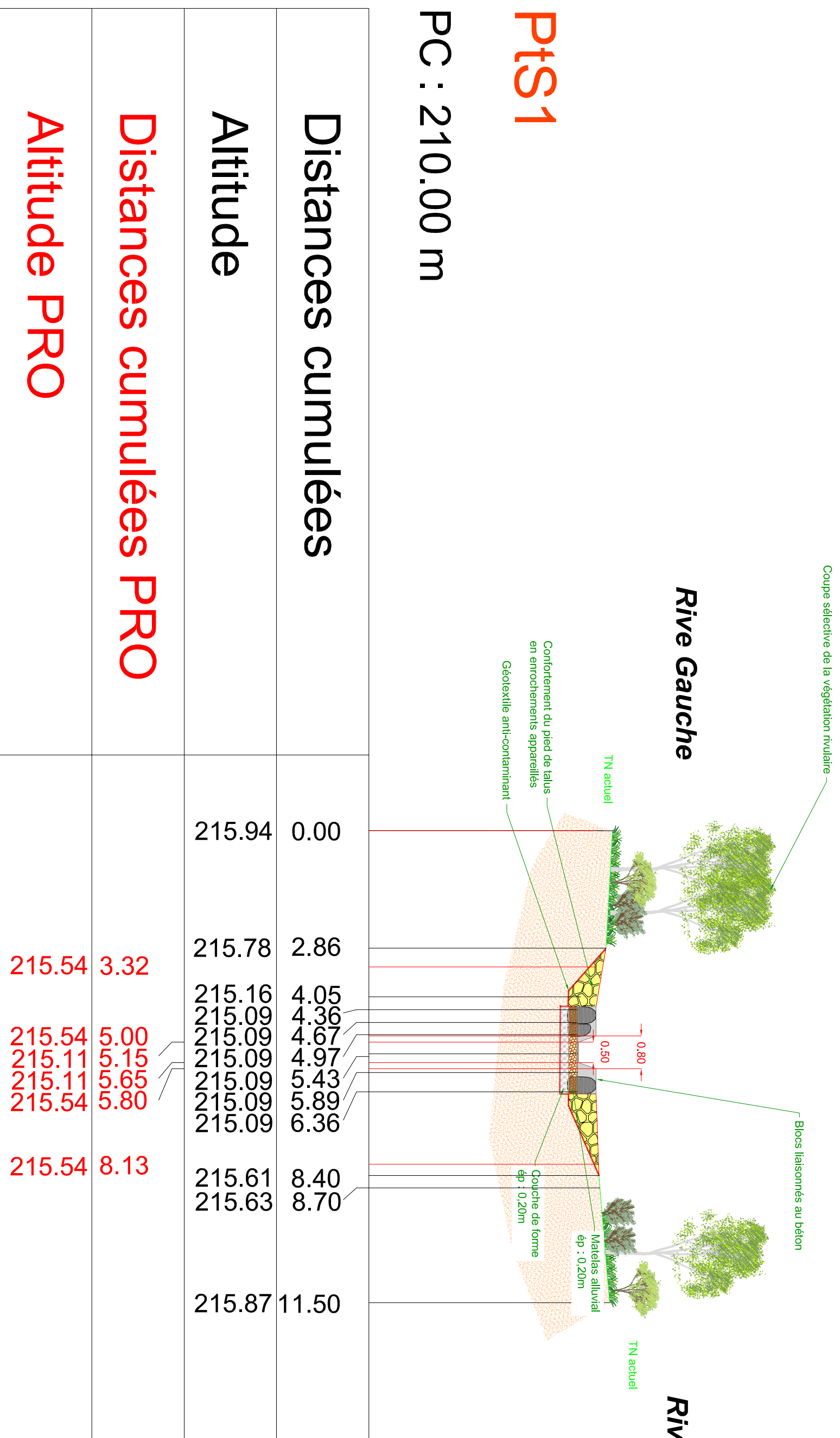
**ARTELIA**

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE/ECT	Vérifié par :	DRU/APT	N° de Plan	4	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet  
**Phase 1**

Profil en travers au niveau du profil 9 - Vue amont

**Pts 1**  
PC : 210.00 m



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

1/3 Allée André Bourland  
21 000 DLON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

**ARTELIA**

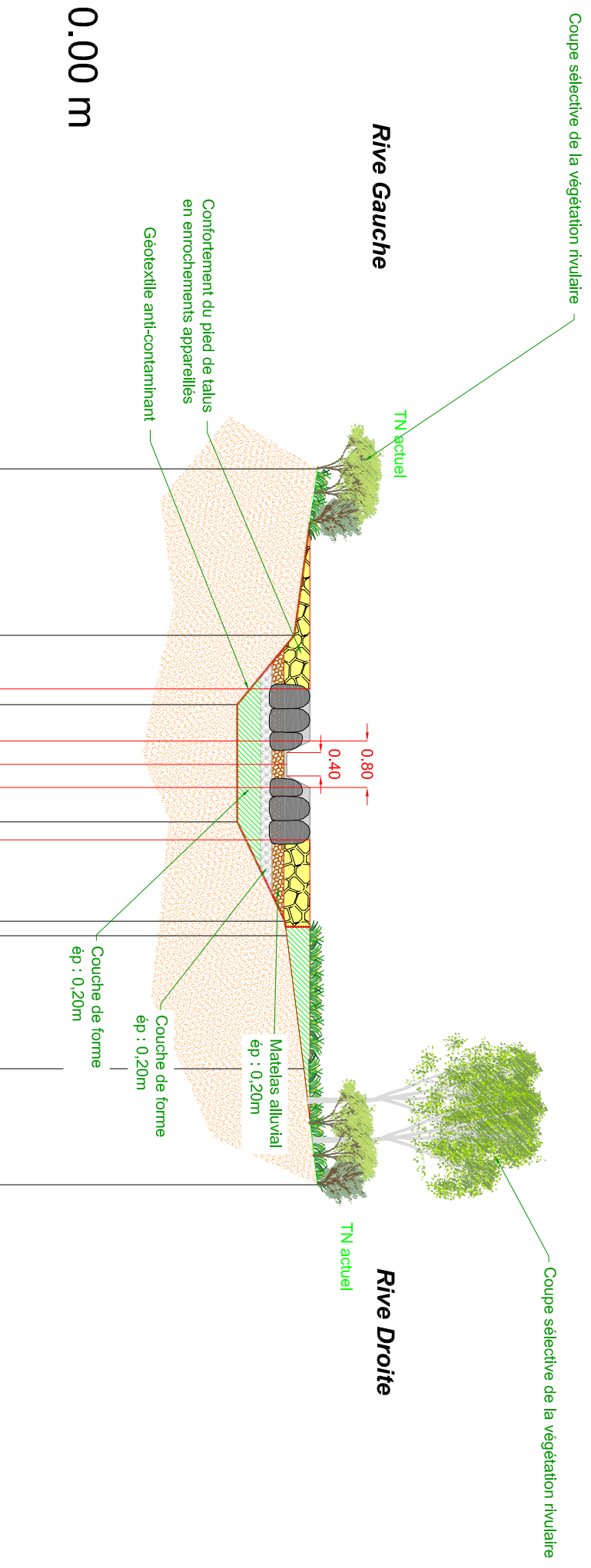
N° d'affaire	4-16-1738	Établi par :	RLE/ECT/SBT	Vérifié par :	DR/APT	N° de Plan	7	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet

**Phase 1**

**Profil en travers au niveau du Seuil 1 - Vue amont**

**Pls2**  
PC : 210.00 m



Distances cumulées		0.00	2.87	4.06	6.08	7.79	8.04	10.33	12.33
Altitude		215.53	215.13	214.15	214.15	214.97	215.00	215.30	215.53
Distances cumulées PRO				3.79	4.69	5.09	5.49	6.39	
Altitude PRO				215.40	215.40	215.00	215.40	215.40	



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet

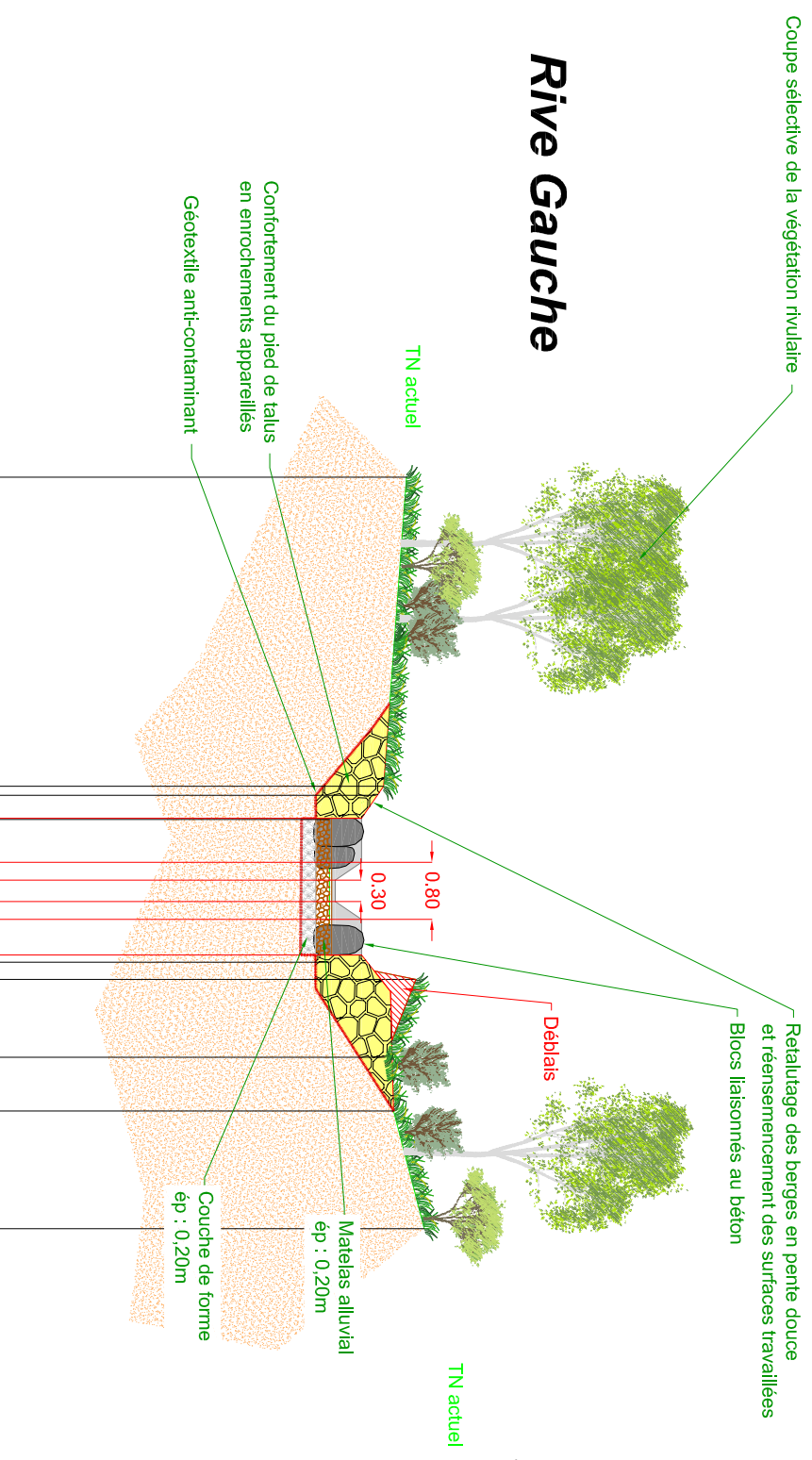
**Phase 1**



1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE/ECT	Vérifié par :	DR/APT	N° de Plan	6	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

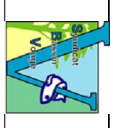
**Profil en travers au niveau du Seuil 2 - Vue amont**



# PtS4

PC : 210.00 m

<b>N° point</b>	
<b>Distances cumulées</b>	0.00 4.33 4.46 4.80 6.80 7.04 8.14 8.89 10.54
<b>Altitude</b>	215.75 215.43 215.32 214.67 214.67 215.88 215.45 215.57 216.00
<b>Distances cumulées PRO</b>	4.78 5.40 5.65 5.95 6.20 6.99
<b>Altitude PRO</b>	215.12 215.12 214.75 214.75 215.12 215.12



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

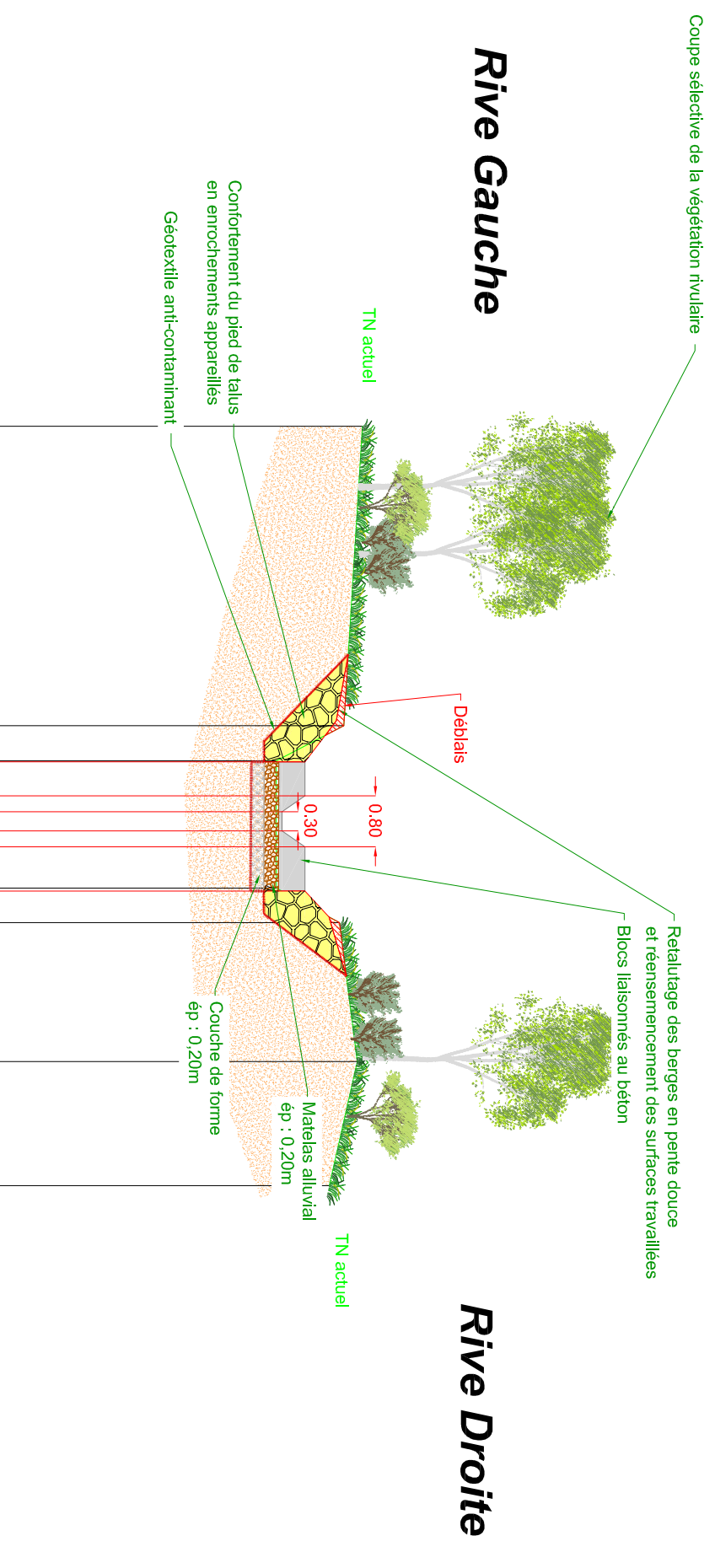
1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE/ECT/SBT	Vérifié par :	DRU/APT	N° de Plan	8	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						



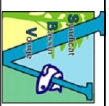
Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet  
**Phase 1**

Profil en travers au niveau du Seuil 4 - Vue amont



**PtS6**  
PC : 210.00 m

<b>Distances cumulées</b>	0.00	4.70	5.25	7.25	7.79	9.97	11.92
<b>Altitude</b>	215.73	215.44	214.38	214.38	215.37	215.65	215.21
<b>Distances cumulées PRO</b>		5.27	5.80	6.05	6.35	6.60	7.30
<b>Altitude PRO</b>		214.83	214.83	214.47	214.47	214.83	214.83



Syndicat du Bassin Versant de la Vouge

1/3 Allée André Bourland  
21 000 DIJON  
Tel. : 33 (0)3 80 78 96 50

**ARTELIA**

N° d'affaire	4-16-1738	Etabli par :	RLE/ECT/SBT	Vérifié par :	DRU/APT	N° de Plan	10	Indice	A	Format	A3
Echelle(s)	1/100	Date :	24.08.2017	Date :	24.08.2017						

Restauration de la continuité écologique au droit du Moulin Bruet  
**Phase 1**

**Profil en travers au niveau du Seuil 6 - Vue amont**