

Aménagement des ouvrages hydrauliques de la société Hendrickson sur la Savoureuse à Châtenois-les-Forges

MISSION D'ETUDE

RAPPORT DE PHASE 2 – AVANT-PROJET

Indice :	Etabli par :	Vérifié par :
C		

Ville & Transport - INE

Agence de Bourgogne Franche-Comté

21 Avenue Albert Camus

21000 DIJON

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


ARTELIA
Passion & Solutions

SOMMAIRE

Section 1	Introduction	7
1.	DEROULEMENT DE L'ETUDE	8
2.	CONTEXTE ET OBJECTIFS INITIAUX	8
Section 2	Cadre général	11
1.	CADRE REGLEMENTAIRE	12
1.1.	DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU ET OBJECTIFS	12
1.2.	SDAGE RHONE-MEDITERRANEE	12
1.3.	SAGE DE L'ALLAN	14
1.4.	PLAN DE GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DU SOUS-BASSIN VERSANT DE LA SAVOUREUSE	14
1.5.	RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE (SEDIMENTAIRE ET PISCICOLE)	15
1.5.1.	Classement des cours d'eau	15
1.5.1.1.	LOI DE 1865 : PREMIER CLASSEMENT DES COURS D'EAU	15
1.5.1.2.	LOI DU 16 OCTOBRE 1919 ADAPTEE PAR LA LOI DE 1980 : COURS D'EAU « RESERVES »	15
1.5.1.3.	LOI PECHE DE 1984 : NOTION D'EFFICACITE DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE	15
1.5.1.4.	LEMA DE 2006 : NOUVEAU CLASSEMENT DES COURS D'EAU	15
1.5.1.5.	LOI BIODIVERSITE DE 2016	16
1.5.2.	Classement des ouvrages	17
1.5.2.1.	GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT : NOTION DE « TRAME VERTE ET BLEUE »	17
1.5.2.2.	PLAN NATIONAL D'ACTION POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU	17
1.5.3.	Notion de « réservoirs biologiques »	18
1.6.	DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE	18
2.	RAPPELS SUR LA REGLEMENTATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	19
2.1.	RAPPEL - DEVOIRS ET OBLIGATIONS DES PROPRIETAIRES D'OUVRAGES HYDRAULIQUES	19
2.2.	LE REGLEMENT D'EAU	20
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	21
2.3.1.3.	STATUT	21
2.3.1.4.	CONSISTANCE LEGALE	21
2.3.1.5.	DISPOSITIONS APPLICABLES	22
2.3.1.6.	RECONNAISSANCE DE L'EXISTENCE DU DROIT D'EAU	22
2.3.2.	Ouvrages fondés sur titre	22
2.3.3.	Bilan sur le statut et la réglementation des ouvrages hydrauliques	24
2.3.4.	Quelques cas particuliers	25
2.3.4.1.	CAS DES « OUVRAGES ORPHELINS » OU « BIENS SANS MAITRE »	25
2.3.4.2.	CAS DES ENSEMBLES HYDRAULIQUES AYANT PERDU LEUR UNITE FONCIERE	25
Section 3	Diagnostic Général	27

1.	PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE	28
1.1.	CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT	28
1.2.	LE SECTEUR A L'ETUDE	28
1.2.1.	Localisation	28
1.3.	DESCRIPTION DE L'ENSEMBLE HYDRAULIQUE	28
1.4.	DONNEES ADMINISTRATIVES SUR L'OUVRAGE	37
1.4.1.	Propriété des ouvrages	37
1.4.2.	Statut des ouvrages	37
1.4.3.	Cas du seuil de prise d'eau	39
2.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	39
2.1.1.	Données	40
2.1.2.	Synthèse des données disponibles	40
2.1.3.	Estimation des débits caractéristiques sur le secteur d'étude	40
3.	CONSTRAINTES LOCALES ET USAGES	41
4.	COMPOSANTE HYDRAULIQUE	41
4.1.	PPRI DE LA SAVOUREUSE	41
4.2.	MESURES DE TERRAIN	43
4.3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	44
4.3.1.	Topologie du modèle	44
4.3.2.	Calage du modèle	45
4.3.3.	Etat initial tiré de la modélisation hydraulique	46
4.3.3.1.	BAS ET MOYENS DEBITS	47
4.3.3.2.	DEBIT DE PLEIN BORD	48
4.3.3.3.	FONCTIONNEMENT EN CRUE	49
5.	COMPOSANTE MORPHODYNAMIQUE	50
5.1.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	50
5.2.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	51
5.3.	CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE	51
5.3.1.	Transit sédimentaire et capacités morpo-dynamiques	51
5.3.2.	Profil en long	52
5.3.3.	Capacités d'ajustement morpo-dynamique	54
6.	VOLET PISCICOLE	55
6.1.	ETAT GENERAL	55
6.2.	PEUPEMENT PISCICOLE	55
6.3.	CONTINUE PISCICOLE	57
6.3.1.	Espèces cibles	57
6.3.2.	Mobilité piscicole et notion de libre circulation	58
6.3.3.	Libre circulation piscicole et bases comportementales (Larinier et al., 1992)	59
6.3.4.	Critères d'évaluation de la franchissabilité des ouvrages en rivière	60
7.	QUALITE DES EAUX	61
8.	ENJEUX ECOLOGIQUES	62
8.1.	SITES NATURA 2000 ET ZNIEFF	62
8.2.	ENJEUX SUR NOTRE SECTEUR	63
8.2.1.	ZNIEFF	64
8.2.2.	Arrêté de Protection de Biotope	64
8.2.3.	Réserve naturelle	65
8.2.4.	Inventaire des habitats du secteur	65
9.	CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE	68
9.1.1.	La pêche de loisir	68
9.1.2.	Enjeux culturels, paysagers et bâti	68

10. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX	68
Section 4 Pistes d'aménagements	69
1. ESTIMATION D'UNE REPARTITION DE DEBIT ADEQUATE	70
1.1. OBJECTIFS	70
1.2. CALCUL DU DEBIT MINIMAL	70
1.3. MISE EN PLACE DE LA REPARTITION	71
2. RESTAURATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE	72
2.1. PRINCIPE	72
2.2. SYNTHESE DES OBJECTIFS PROPOSES	74
Section 5 Scénarios proposés	75
1. SCENARIO D'EFFACEMENT	76
1.1. PRINCIPE D'AMENAGEMENT	76
1.2. EVALUATION DES INCIDENCES	78
1.2.1. Incidences hydrauliques	78
1.2.2. Incidences morphologiques	79
1.2.3. Incidences écologiques	79
1.2.4. Incidence socio-économiques	80
1.2.5. Incidences sur le bâti	80
1.3. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	80
1.4. MODALITES D'ENTRETIEN	81
1.5. BESOINS COMPLEMENTAIRES	81
1.6. PROCEDURES REGLEMENTAIRES	81
1.7. COUT ESTIMATIF	81
1.8. BILAN : AVANTAGES / INCONVENIENTS	81
2. SCENARIOS D'AMENAGEMENT	82
2.1. DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE : RAMPE A MACRORUGOSITES	82
2.1.1. Principe d'aménagement	82
2.1.1.1. FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE	82
2.1.1.2. TYPE DE BLOCS UTILISES	84
2.1.2. Hypothèses de dimensionnement	84
2.1.2.1. SPECTRE ECOLOGIQUE	84
2.1.2.2. PLAGE DE FONCTIONNEMENT	84
2.1.2.3. GEOMETRIE DE L'OUVRAGE	85
2.1.3. Evaluation des incidences	88
2.1.3.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES	88
2.1.3.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES	89
2.1.3.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES	89
2.1.3.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES	89
2.1.4. Modalités d'entretien	89
2.1.5. Procédures réglementaires	89
2.1.6. Coût estimatif	89
2.1.7. Bilan : Avantages / inconvénients	90
2.2. AMENAGEMENT DE L'OUVRAGE AVEC DES BLOCS EN ENROCHEMENTS	90
2.2.1. Principe d'aménagement	90
2.2.2. Evaluation des incidences	91
2.2.2.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES	91
2.2.2.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES	91
2.2.2.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES	92
2.2.2.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES	92
2.2.3. Modalités d'entretien	92
2.2.4. Procédures réglementaires	92

2.2.5.	Coût estimatif	92
2.2.6.	Bilan : Avantages/ inconvénients	92
3.	CONTOURNEMENT DE L'OUVRAGE PAR LE CANAL D'AMENE	93
3.1.	CONTOURNEMENT AVEC MAINTIEN DU NIVEAU D'EAU	93
3.1.1.	Principe de l'aménagement	93
3.1.2.	Principe de fonctionnement de la passe	94
3.1.3.	Hypothèses de dimensionnement	95
3.1.3.1.	SPECTRE ECOLOGIQUE	95
3.1.4.	Attractivité du dispositif	97
3.1.5.	Evaluation des incidences	97
3.1.5.1.	INCIDENCES HYDRAULIQUES	97
3.1.5.2.	INCIDENCES MORPHOLOGIQUES	97
3.1.5.3.	INCIDENCES ECOLOGIQUES	98
3.1.5.4.	INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES	98
3.1.6.	Procédures réglementaires	98
3.1.7.	Modalités d'entretien	98
3.1.8.	Coût estimatif	98
3.1.9.	Bilan : Avantages / inconvénients	98
3.2.	CONTOURNEMENT AVEC ABAISSEMENT DU NIVEAU D'EAU	99
3.2.1.	Principe de l'aménagement	99
3.2.2.	Evaluation des incidences	100
3.2.2.1.	INCIDENCES HYDRAULIQUES	100
3.2.2.2.	INCIDENCES MORPHOLOGIQUES	101
3.2.2.3.	INCIDENCES ECOLOGIQUES	101
3.2.2.4.	INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUE	101
3.2.3.	Procédures réglementaires	102
3.2.4.	Coût estimatif	102
3.2.5.	Bilan : Avantages / inconvénients	102
4.	COMPARAISON DES SCENARIOS	103
4.1.	ANALYSE MULTICRITERE	103
4.2.	FINANCEMENT ET COUT DE REALISATION	105
5.	CONCLUSION DE L'ETUDE	106
5.1.	RELEVÉ DE DECISIONS DE FIN D'ETUDE	106
	ANNEXE 1 Diagnostic sommaire des zones humides bordant le canal usinier de Châtenois-Les-Forges	112

FIGURES

FIG. 1.	LOCALISATION DE LA SOCIETE HENDRICKSON, SUR LA COMMUNE DE CHATENOIS-LES-FORGES	9
FIG. 2.	STATUT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	24
FIG. 3.	REGLEMENTATION DES OUVRAGES EN FONCTION DE LEUR STATUT	25
FIG. 4.	CARTE DE LOCALISATION DU SITE D'ETUDE	28
FIG. 5.	PRISE D'EAU	29
FIG. 6.	CONFIGURATION DE LA PRISE D'EAU	29
FIG. 7.	COUPE EN TRAVERS DU SEUIL DE PRISE D'EAU	30
FIG. 8.	VANNES DE DECHARGE	30
FIG. 9.	PLAN DE MASSE DU VANNAGE DE DECHARGE	31
FIG. 10.	DEVERSOIR DE DECHARGE	31
FIG. 11.	PLAN DE MASSE DU DEVERSOIR DE DECHARGE	32
FIG. 12.	COUPE DU DEVERSOIR	32
FIG. 13.	VANNAGE DE PRISE D'EAU	33
FIG. 14.	COUPE DU VANNAGE DE PRISE D'EAU	33
FIG. 15.	EXUTOIRE DES EAUX TRANSITANT DANS L'USINE	34
FIG. 16.	PLAN DE MASSE DE LA SORTIE DE L'USINE	35
FIG. 17.	LOCALISATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES A L'ETUDE	36
FIG. 18.	CADASTRE NAPOLEONNIEN SUR LA COMMUNE DE TRETUDANS, 1828	38
FIG. 19.	PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SITE EN 1935	39
FIG. 20.	DIFFERENTS POMPAGES POMPIERS SUR LE SITE	41
FIG. 21.	EXTRAIT DU PPRI DE LA SAVOUREUSE SUR LA COMMUNE DE CHATENOIS-LES-FORGES	42
FIG. 22.	RESULTATS DES JAUGEAGES REALISES LE 01/08/2018	43
FIG. 23.	LOCALISATION DES DIFFERENTS PROFILS LEVES	45
FIG. 24.	VUE 3D DU MODELE	46
FIG. 25.	LIGNE D'EAU DE LA SAVOUREUSE SUR LE BRAS DE L'USINE AU QMNA5 ET AU MODULE	47
FIG. 26.	LIGNE D'EAU DE LA SAVOUREUSE SUR LE BRAS COURT-CIRCUITE AU QMNA5 ET AU MODULE	48
FIG. 27.	LOCALISATION DES ZONES PREFERENTIELLES DE DEBORDEMENT SUR NOTRE SECTEUR D'ETUDE	49
FIG. 28.	EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE (FEUILLE DE LURE ET BELFORT- SOURCE BRGM)	50
FIG. 29.	PROFIL EN LONG DU TRONÇON COURT-CIRCUITE DE LA SAVOUREUSE	52
FIG. 30.	LINEAIRE DE LA SAVOUREUSE A L'AVAL DE LA CONFLUENCE ENTRE LES DEUX BRAS A L'ETUDE	52
FIG. 31.	PROFIL EN LONG DU CANAL USINIER	53
FIG. 32.	AVAL DU CANAL USINIER	53
FIG. 33.	LOCALISATION DES PROFILS UTILISES POUR LE CALCUL DES PUISSANCES SPECIFIQUES ET FORCES TRACTRICES	54
FIG. 34.	RESULTATS DE LA PECHE ELECTRIQUE DE 2018 SUR LE SECTEUR	56
FIG. 35.	ETAT DES EAUX DE LA SAVOUREUSE A CHATENOIS-LES-FORGES (SOURCE : EAUFRANCE)	61
FIG. 36.	ORGANISATION DU RESEAU NATURA 2000	62
FIG. 37.	LOCALISATION DES ZNIEFF DE TYPE I SUR LE SECTEUR	63
FIG. 38.	LOCALISATION DU SITE PROTEGE PAR RAPPORT AU SECTEUR D'ETUDE	64
FIG. 39.	CARTOGRAPHIE DES HABITATS SUR LA PARTIE AMONT DU CANAL	65
FIG. 40.	CARTOGRAPHIE DES HABITATS SUR LA PARTIE AVAL DU SECTEUR (1/3)	66
FIG. 41.	CARTOGRAPHIE DES HABITATS SUR LA PARTIE AVAL DU SECTEUR (2/3)	66
FIG. 42.	CARTOGRAPHIE DES HABITATS SUR LA PARTIE AVAL DU SECTEUR (3/3)	67
FIG. 43.	SECTION TYPE DU CANAL USINIER CONSIDEREE POUR LE CALCUL DU DEBIT	71
FIG. 44.	PROFILS TYPES A L'AVAL DU CANAL USINIER	71
FIG. 45.	SCHEMAS DES GRANDS PRINCIPES INTERVENTIONS SUR DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	73
FIG. 46.	ILLUSTRATION DE L'EFFACEMENT DE L'OUVRAGE	77
FIG. 47.	PROFIL EN LONG DE LA SAVOUREUSE AVANT/APRES EFFACEMENT	78
FIG. 48.	IMPACTS SUR LES LIGNES D'EAU AU QMNA5 ET AU MODULE SUITE A L'EFFACEMENT DU SEUIL	78
FIG. 49.	IMPACTS SUR LES LIGNES D'EAU A 3*MODULE ET A LA Q2 SUITE A L'EFFACEMENT DU SEUIL	79
FIG. 50.	RAMPE EN ENROCHEMENTS NATURELS SUR LA ZORN A STEINBOURG	83
FIG. 51.	RAMPE EN ENROCHEMENTS TAILLES SUR LE BARRAGE AZANS SUR LE DOUBS	83
FIG. 52.	RAMPE A MACRORUGOSITES REGULIEREMENT REPARTIES SUR LA LOUE A ARC-ET-SENANS (39)	83
FIG. 53.	PERIODES DE MIGRATION DES ESPECES PRESENTES SUR LE SECTEUR	85
FIG. 54.	SCHEMA D'UNE DISPOSITION REGULIERE DES ENROCHEMENTS ET NOTATIONS (LARINIER ET AL., 2006)	86
FIG. 55.	ILLUSTRATION DE LA MISE EN PLACE D'UNE RAMPE SUR L'OUVRAGE DE LA SAVOUREUSE	88
FIG. 56.	ILLUSTRATION DE LA MISE EN PLACE DE BLOCS EN ENROCHEMENTS	91
FIG. 57.	PRINCIPE D'AMENAGEMENT DU BRAS DE CONTOURNEMENT	93
FIG. 58.	EXEMPLE DE PASSE A BASSINS SUCCESSIFS A DOUBLE FENTE (MIREBEAU-SUR-BEZE, MOE ARTELIA 2016)	94
FIG. 59.	PRINCIPE DE LA PASSE A BASSINS SUCCESSIFS A SIMPLE FENTE	95
FIG. 60.	ILLUSTRATION DE LA MISE EN PLACE D'UNE PASSE A BASSINS AU DROIT DU CANAL DE DECHARGE	96
FIG. 61.	PRINCIPE D'AMENAGEMENT DU BRAS DE CONTOURNEMENT	99
FIG. 62.	ILLUSTRATION DE LA MISE EN PLACE DE PRE-BARRAGES DANS LE CANAL DE DECHARGE	100

FIG. 63.	SCHEMA DE PRINCIPE DE REMODELAGE DU LIT _____	107
FIG. 64.	SCHEMA DE PRINCIPE DU DEBLAI/REMBLAIS _____	107
FIG. 65.	EXEMPLE DE TRAVAUX CONCERNANT LE TRAITEMENT DE LA RENOUEE DU JAPON (SABLONNE A SAINT LOUP 39) _____	108
FIG. 66.	EXEMPLE D'EPIS DE DIVERSIFICATION SUR LA COLOMBINE A CALMOUTIER _____	108
FIG. 67.	EXEMPLE DE BLOCS ET D'EMBACLES SUR LA SABLONNE A SAINT-LOUP _____	109
FIG. 68.	EXEMPLE DE BANQUETTES AVEC SOUS-BERGES SUR LE DRUGEON _____	109
FIG. 69.	SCHEMA DES AMENAGEMENTS DE DIVERSIFICATION POUVANT ETRE MIS EN PLACE A L'AMONT DU BARRAGE HENDRICKSON _____	110
FIG. 70.	ANCIENS MEANDRES A L'AMONT DU BARRAGE DE L'USINE HENDRICKSON (PHOTOGRAPHIE 1950) _____	111

SECTION 1 **INTRODUCTION**

1. DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude de l'aménagement des ouvrages hydrauliques de la société Hendrickson se décompose en deux phases principales :

- **Phase 1** : Diagnostic du secteur d'étude
 - Collecte et analyse des données bibliographiques disponibles ;
 - Relevés topographiques de la zone d'étude ;
 - Diagnostic visuel des ouvrages hydrauliques ;
 - Modélisation hydraulique ;
 - Evaluation des enjeux ;
 - Cartographie des habitats ;
 - ...
- **Phase 2** : Avant-Projet
 - Définition des scénarii d'aménagements ;
 - Chiffrage estimatif ;
 - Analyse des impacts ;

Ce rapport rassemble les éléments des deux phases réalisées.

2. CONTEXTE ET OBJECTIFS INITIAUX

La société Hendrickson est installée sur la commune de Châtenois-les-Forges, dans le département du Territoire de Belfort (90). Spécialisée dans la production de ressorts pour l'industrie automobile, cette entreprise utilise l'eau de la Savoureuse en circuit ouvert pour le refroidissement de ses installations de production. A ce jour, l'eau est déviée dans un canal usinier s'écoulant en rive droite du cours d'eau principal, puis rejeté dans la Savoureuse 2 kilomètres en aval.

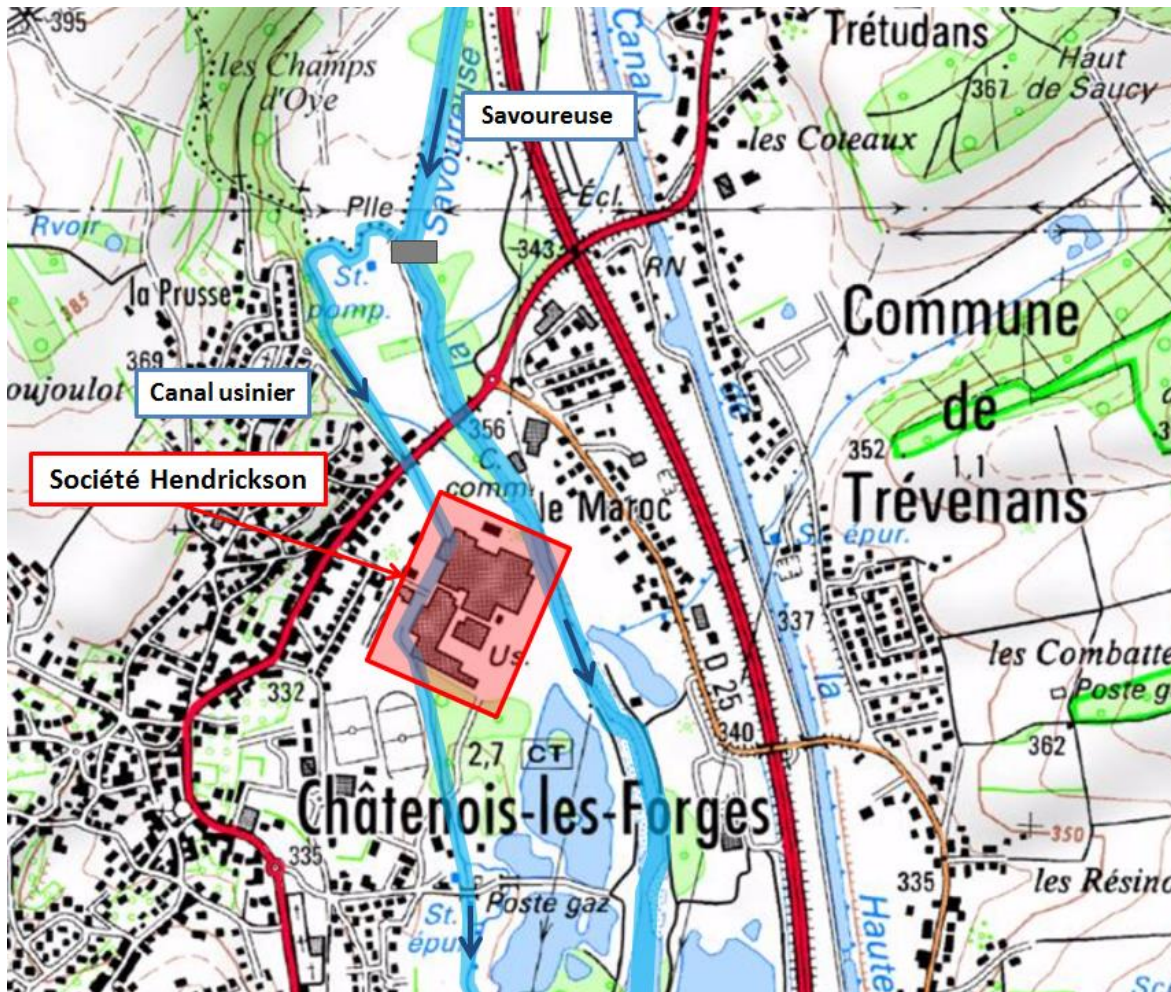


Fig. 1. Localisation de la société Hendrickson, sur la commune de Châtenois-les-Forges

A l'occasion d'une réunion avec les partenaires techniques concernés, les contraintes réglementaires imposées par le Code de l'Environnement ont été rappelées. Celles-ci s'appliquent au site de la société Hendrickson et aux ouvrages hydrauliques qui y sont implantés, avec notamment :

- Le respect du débit réservé dans le tronçon court-circuité ;
- La restauration de la continuité écologique au droit du seuil de la Savoureuse.

Par ailleurs, l'arrêté préfectoral du 21 janvier 2016 précise que le canal usinier peut être considéré comme un bras secondaire de la Savoureuse, en raison de son fort potentiel écologique.

Ainsi, les contraintes associées à un tel complexe hydraulique résident essentiellement dans la répartition des débits entre le canal usinier et la Savoureuse, qui devra être définie de manière à satisfaire, dans la mesure du possible, à l'ensemble des enjeux locaux, à savoir :

- Le respect des écosystèmes en place dans la Savoureuse et dans le canal usinier en période d'étiage ;
- La restauration de la continuité écologique sur ce tronçon de la Savoureuse ;

- La prise en compte de l'usage de l'eau pour le refroidissement des installations de production de l'usine ;
- La non aggravation du risque de crue.

Dans ce contexte, la société Hendrickson a engagé une étude portant sur la Savoureuse et le canal usinier au droit du site de production de Châtenois-les-Forges, visant à proposer des aménagements permettant de restaurer la continuité écologique sur ce tronçon de cours d'eau, tout en satisfaisant aux enjeux de répartition des débits et de respect du débit réservé.

SECTION 2 **CADRE GENERAL**

1. CADRE 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 (classées 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. SDAGE RHONE-MEDITERRANEE

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021 a été adopté par le Comité de bassin de 20 novembre 2015, et ce dernier a donné son avis sur le programme de mesures associé.

Ce document repose sur neuf orientations fondamentales qui visent une gestion équilibrée de la ressource en eau et répondent aux principaux enjeux identifiés à l'issue de l'état des lieux sur le bassin.

Elles s'organisent selon le plan suivant :

1. S'adapter aux effets du changement climatique ;
2. Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
3. Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
4. Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement ;
5. Renforcer la gestion de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau ;
6. Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;
7. Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides ;
8. Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
9. Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Dans son orientation fondamentale (OF) n°6, intitulée « Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides », le SDAGE Rhône-Méditerranée inclut des orientations et dispositions relatives au sujet de notre étude :

- Orientation 6A : « Agir sur la morphologie et le décroisement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques » :
 - Volet B : Assurer la continuité des milieux aquatiques :
 - Disposition 6A-03 : « Préserver les réservoirs biologiques et poursuivre leur caractérisation » ;
 - Disposition 6A-05 : « Restaurer la continuité écologique des milieux aquatiques » ;
 - Disposition 6A-06 : « Poursuivre la reconquête des axes de vie des grands migrants » ;
 - Disposition 6A-07 : « Mettre en œuvre une politique de gestion des sédiments » ;
 - Disposition 6A-08 : « Restaurer la morphologie en intégrant les dimensions économiques et sociologiques » ;
 - Disposition 6A-09 : « Evaluer l'impact à long terme des modifications hydromorphologiques dans leurs dimensions hydrologiques et hydrauliques » ;
 - Disposition 6A-10 : « Approfondir la connaissance des impacts des éclusées sur les cours d'eau et les réduire pour une gestion durable des milieux et des espèces » ;

- Disposition 6A-11 : « Améliorer ou développer la gestion coordonnée des ouvrages à l'échelle des bassins versants » ;

- Orientation 6B : « Préserver, restaurer et gérer les zones humides » :
 - Disposition 6B-01 : « Préserver, restaurer, gérer les zones humides et mettre en oeuvre des plans de gestion stratégiques des zones humides sur les territoires pertinents »
 - Disposition 6B-02 : « Mobiliser les outils financiers, fonciers et environnementaux en faveur des zones humides »
 - Disposition 6B-03 : « Assurer la cohérence des financements publics avec l'objectif de préservation des zones humides »
 - Disposition 6B-04 : « Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets »
 - Disposition 6B-05 : « Poursuivre l'information et la sensibilisation des acteurs par la mise à disposition et le porter à connaissance »

1.3. SAGE DE L'ALLAN

Le bassin de l'Allan et de ses affluents concentre bon nombre de problématiques. Les sols y sont souvent peu perméables, avec de faibles réserves d'eau : les niveaux des rivières et des nappes superficielles dépendent essentiellement des pluies, ce qui rend le territoire sensible aux crues rapides comme aux étiages. Ce sont aussi des paysages profondément remaniés par l'histoire agricole et industrielle : les cours d'eau rectifiés, détournés, voire recouverts ne sont pas rares. La ville est venue s'installer au plus près des berges, en oubliant les dangers des crues.

Ainsi les inondations de 1990 ont provoqué plus de 180 millions d'Euros de dommages, en grande partie à cause des dégâts subis par l'usine Peugeot à Sochaux. A l'inverse, l'eau se fait rare en été, et ne suffit pas à couvrir tous les besoins. En 2003 les difficultés d'approvisionnement en eau potable se sont généralisées à tout le Nord Franche-Comté.

A cela s'ajoute la présence persistante de diverses natures de polluants, qui amènent une pression supplémentaire sur des milieux déjà fragilisés.

Du fait de l'importance de ces enjeux, le SDAGE Rhône Méditerranée a identifié le bassin de l'Allan comme prioritaire pour l'établissement d'un SAGE, l'arrêté d'approbation de ce SAGE est paru en janvier 2019.

1.4. PLAN DE GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DU SOUS-BASSIN VERSANT DE LA SAVOUREUSE

Le bassin versant de l'Allan, de par ses caractéristiques morphologiques, climatiques et géologiques, est un territoire qui bénéficie d'une ressource en eau globalement abondante mais inégalement répartie au fil des saisons, en effet si les débits hivernaux sont forts en été ceux-ci faiblissent en été rendant impossible tout soutien d'étiage par la nappe.

Le sous bassin versant de la Savoureuse a donc ainsi été identifié par le SDAGE Rhône-Méditerranée comme territoire nécessitant la mise en oeuvre d'actions pour résorber les déséquilibres actuels à travers un PGRE.

1.5. RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE (SEDIMENTAIRE ET 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 en 2006 avec la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA). Ainsi sont apparues plusieurs notions nouvelles (ou non) avec **la révision du classement des cours d'eau, le trame verte et bleue, le classement des ouvrages, ... ainsi que le débit minimum biologique (DMB)**.

1.5.1. Classement des cours d'eau

1.5.1.1. 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^{ème} 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.

1.5.1.2. 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.

1.5.1.3. 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.

1.5.1.4. 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 Savoureuse:

La Savoureuse est classée en liste 2 sur notre secteur.

1.5.1.5. LOI BIODIVERSITE DE 2016

A l'approche de l'expiration du délai de 5 ans accordé aux propriétaires d'ouvrages localisés sur un tronçon de cours d'eau classé en Liste 2 pour gérer, entretenir et équiper leur ouvrage, la **loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages** vient compléter l'article L.214-17 du Code de l'Environnement, définissant le nouveau classement des cours d'eau. Cette loi prolonge le délai d'aménagement de l'ouvrage concerné de 5 années supplémentaires, sous réserve que le dossier de propositions d'aménagement soit déposé auprès du service instructeur dans le délai de 5 ans initial. Sur ce point, l'article 120 stipule que :

« Lorsque les travaux (...) n'ont pu être réalisés dans ce délai, mais que le dossier relatif aux propositions d'aménagement ou de changement de modalités de gestion de l'ouvrage a été déposé auprès des services chargés de la Police de l'eau, le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant de l'ouvrage dispose d'un délai supplémentaire de cinq ans pour les réaliser. »

1.5.2. Classement des ouvrages

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

Plus récemment, suite aux 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.

1.5.2.2. PLAN NATIONAL D'ACTION POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ 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'érosion 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 à l'atteinte des objectifs « continuité » relatifs 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 du/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 des ouvrages à l'étude

L'ouvrage hydraulique à l'étude (ROE 15889) est classé en tant qu'ouvrage prioritaire.

1.5.3. Notion de « réservoirs biologiques »

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 Savoureuse

La Savoureuse de sa source jusqu'au rejet de l'Etang des Forges constitue un réservoir biologique, elle n'est plus considérée comme tel sur notre secteur.

1.6. DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE

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 1/10^e 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 1/10^e du module interannuel du cours d'eau, pour l'essentiel des installations, et au 1/20^e de ce module pour les ouvrages situés sur un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/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, c'est-à-dire aux ouvrages couverts par un droit perpétuel pour un usage particulier (droit d'un moulin pour la production hydro-électrique par exemple), et donc exonérés de procédure d'autorisation ou de renouvellement.

Ainsi, au 1er janvier 2014 au plus tard, tous les ouvrages fondés en titre devront 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.

L'article L. 214-18 du code de l'environnement prévoit également des possibilités de déroger au débit plancher, dans le cas de cours d'eau ou sections de cours d'eau présentant un fonctionnement atypique. Le débit minimum à maintenir au droit ou à l'aval immédiat de l'ouvrage peut alors être fixé à une valeur inférieure fixés par l'autorité administrative.

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'aménée 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'aménée 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 Savoureuse :

La Savoureuse 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 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.

2.3.1.6. 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.

2.3.2. 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 perpétuelle 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> Avant 1678 pour Franche-Comté (<i>Traité de Nimègue</i>)	Avant 04 Août 1789
Fondé <u>sur</u> Titre	Après 1566 – Edit de Moulins Après 1678 pour Franche-Comté (<i>Traité de Nimègue</i>)	Après 04 Août 1789

Fig. 2. 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 - Acte de Police de l'Eau
>150kW après 1919	Régime autorisation (30 ans)	

Fig. 3. Réglementation des ouvrages en fonction de leur statut

2.3.4. Quelques cas particuliers

2.3.4.1. CAS DES « OUVRAGES ORPHELINS » OU « BIENS SANS MAITRE »

D'après « l'Etude sur le statut juridique des ouvrages hydrauliques » du Syndicat Mixte de la Vallée du Thouet de septembre 2008, des ouvrages hydrauliques, de par leur isolement géographique et les contraintes relatives aux rivières et à leurs aléas (entretien, ...), peuvent devenir des biens sans maître.

Il s'agit des biens dont le propriétaire est :

- soit connu mais disparu sans laisser d'héritier (la date de décès et l'actuel propriétaire du bien ne sont pas connus).
- soit inconnu : il n'existe aucun titre de propriété publié à la conservation des hypothèques et aucun renseignement sur l'identité du propriétaire au centre des impôts fonciers.
- soit connu mais décédé depuis plus de 30 ans, sans héritier ou en laissant des héritiers qui n'ont pas accepté la succession dans cette période ; ces biens sont donc sans propriétaire puisque le délai de prescription de 30 ans est expiré.

Depuis la loi du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales, les biens sans maître tombent dans le patrimoine de la commune sur le territoire de laquelle ils sont situés (cours d'eau non domaniaux) ou de l'Etat (Domaine public fluvial), dès lors qu'ils sont effectivement déclarés, après les recherches qui s'imposent, être des biens sans maître.

2.3.4.2. CAS DES ENSEMBLES HYDRAULIQUES AYANT PERDU LEUR UNITE FONCIERE

En l'absence de toute information contraire, il existe une présomption de propriété liée entre moulin, droit d'usage de l'eau et ouvrages annexes. Cependant, au fil du temps, de nombreux actes notariés ont pu partager les propriétés du moulin et les ouvrages nécessaires à son utilisation (perte d'unité foncière).

C'est ainsi que nous trouvons aujourd'hui des ensembles hydrauliques où l'ouvrage de prise d'eau ou de décharge appartient à un propriétaire distinct du propriétaire du moulin. La question de la gestion des ouvrages (manœuvre et entretien) et du bénéficiaire du droit d'eau peut donc se poser.

La jurisprudence en matière de perte du droit d'eau tend à dire qu'une simple scission de la propriété des différents éléments de l'ouvrage entre plusieurs propriétaires n'est pas de nature à influencer sur son autorisation ni même son existence légale. L'ouvrage doit être considéré en lui-même, en dehors de la qualité et du nombre de ses propriétaires. Il reste donc dans son ensemble fondé en titre ou autorisé, et l'absence d'unité foncière entre les mains d'un seul propriétaire ne saurait justifier la perte d'existence légale de l'ouvrage.

A noter dans ce cas précis que le droit d'eau est donc lui-même partagé entre les différents propriétaires des ouvrages nécessaires à son exercice. L'ensemble des propriétaires des ouvrages deviennent alors titulaires du droit d'usage de l'eau. **Même si ce droit n'est pas pour autant perdu, il ne peut s'exercer que si tous les propriétaires s'entendent.**

SECTION 3 DIAGNOSTIC GENERAL

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

La Savoureuse s'écoule sur 40 kilomètres avant de rejoindre l'Allan. Elle prend sa source à 1 240 mètres d'altitudes sur le Ballon d'Alsace sur lequel elle a les caractéristiques d'un torrent de montagne, elle rejoint ensuite les plaines et passe à un régime fluvial.

Ses principaux affluents sont le Rhône, la Rosemontoise et la Douce. Le bassin versant de la Savoureuse s'étend sur 225 km².

1.2. LE SECTEUR A L'ETUDE

1.2.1. Localisation

Le tronçon de la Savoureuse concerné par l'étude se situe sur la commune de Châtenois-les-Forges. Sur ce secteur fortement urbanisé la rivière est marquée par la présence de nombreuses gravières témoins de l'extraction intensive de granulats. C'est sur ce secteur que la société Hendrickson dévie une partie des eaux de la Savoureuse afin de refroidir leurs installations.

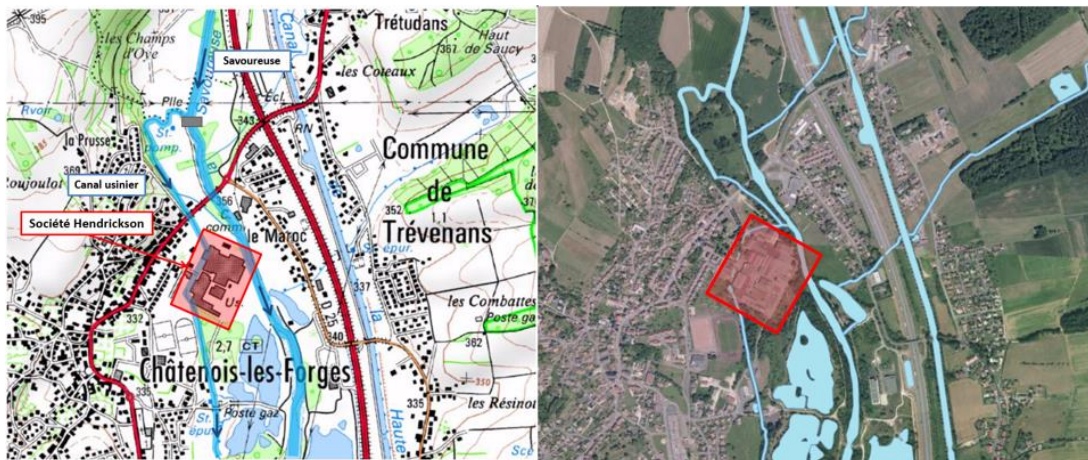


Fig. 4. Carte de localisation du site d'étude

1.3. DESCRIPTION DE L'ENSEMBLE HYDRAULIQUE

L'ensemble hydraulique de la société Hendrickson est composé de différents ouvrages :

- Un seuil fixe (S1) implanté sur la Savoureuse et permettant l'alimentation du canal usinier de la société Hendrickson. Le vannage de prise d'eau associé se compose d'une vanne levante maintenue ouverte en permanence ;



Fig. 5. Prise d'eau

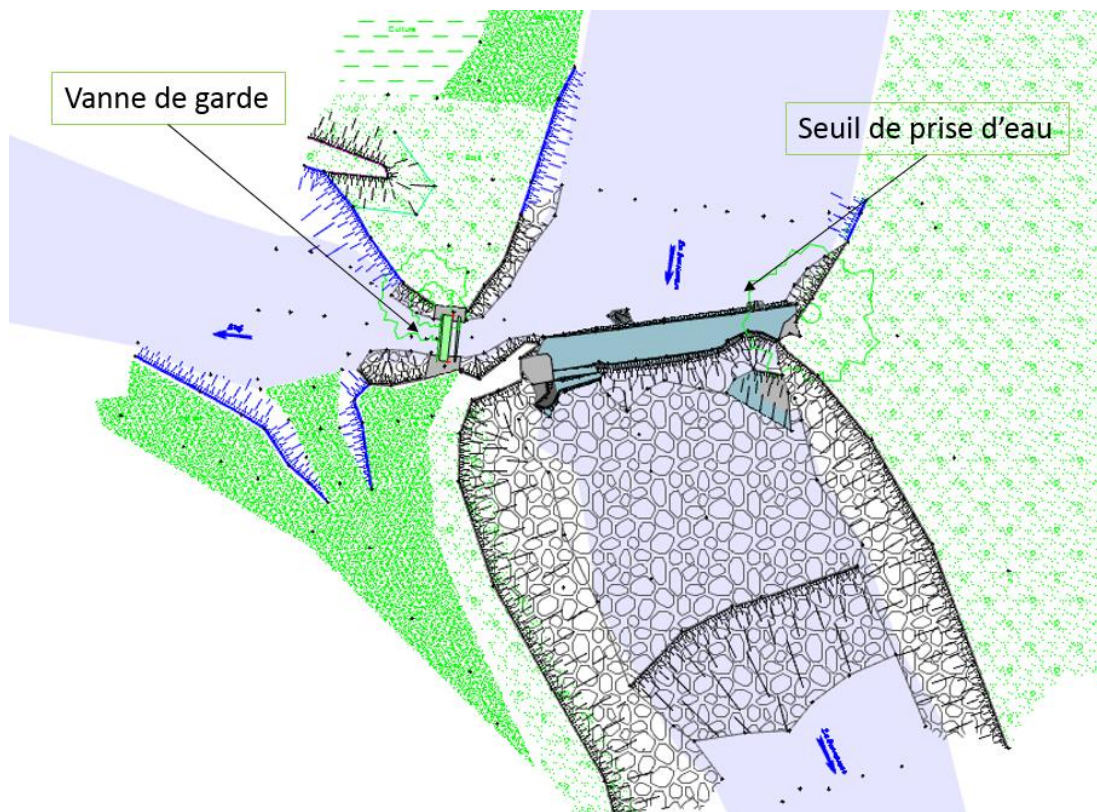


Fig. 6. Configuration de la prise d'eau

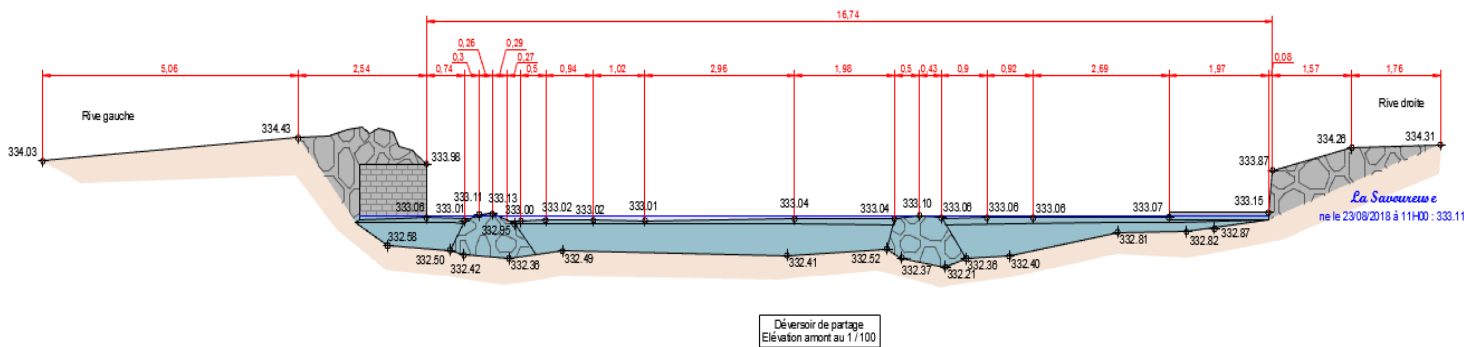


Fig. 7. Coupe en travers du seuil de prise d'eau

- Un vannage (S2) composé de 3 vannes levantes maintenues fermées en permanence et envoyant la majeure partie des écoulements vers l'usine via un passage busé (C1), l'excédent de débit s'écoulant en surverse par-dessus les vannes vers le bras de décharge B2 ;



Fig. 8. Vannes de décharge

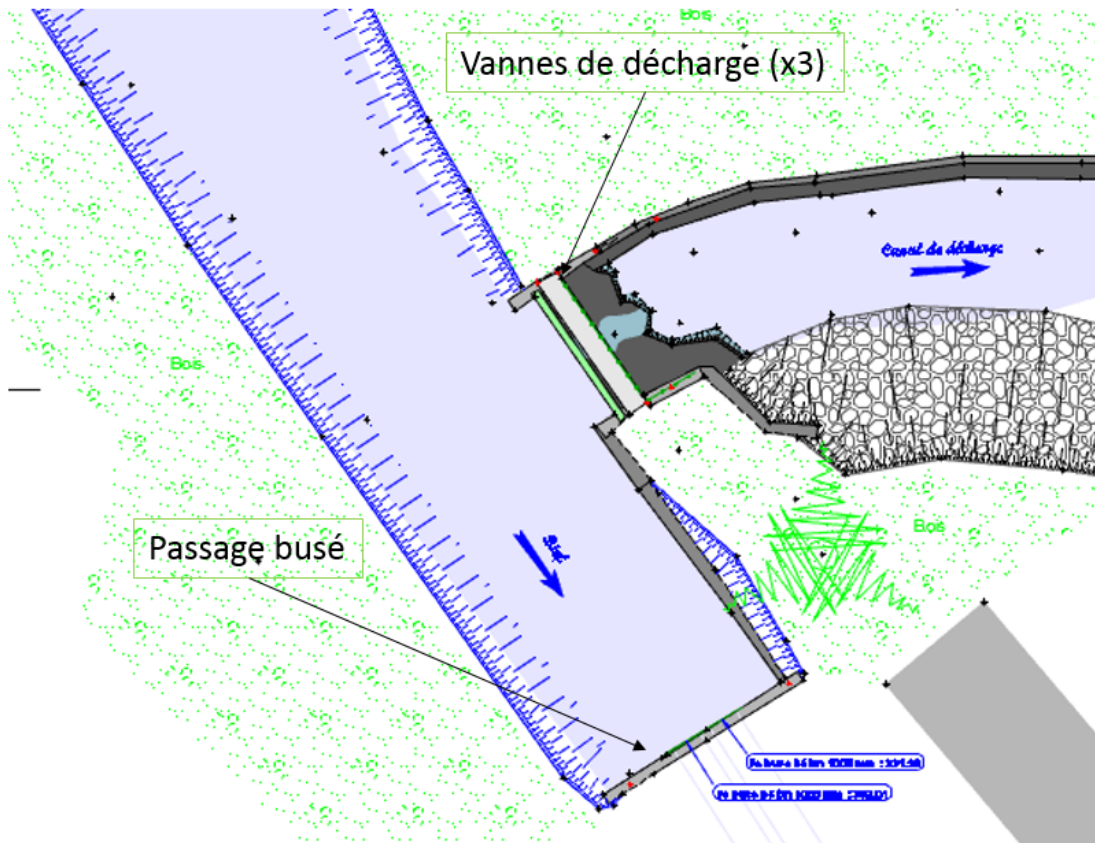


Fig. 9. Plan de masse du vannage de décharge

- Un déversoir de crue (D1) dévient la totalité des écoulements vers l'usine et ne surversant qu'en cas de forte crue vers le second bras de décharge C2 ;



Fig. 10. Déversoir de décharge

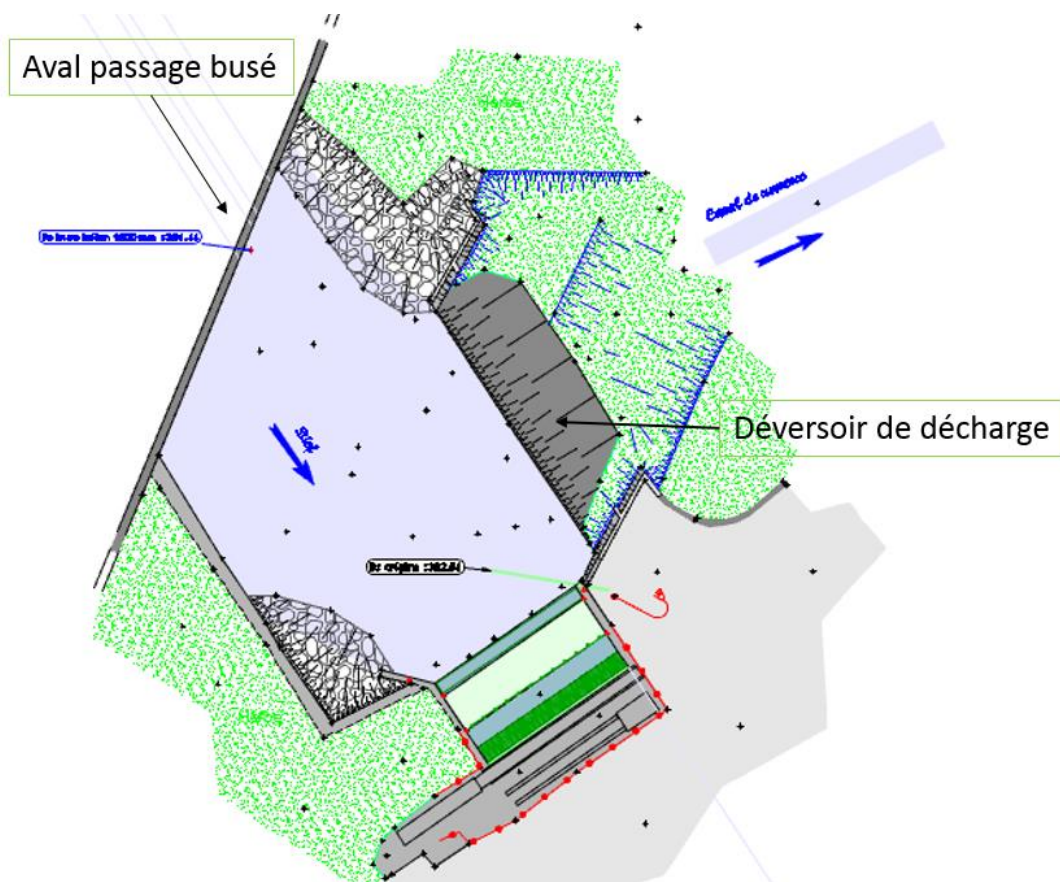


Fig. 11. Plan de masse du déversoir de décharge

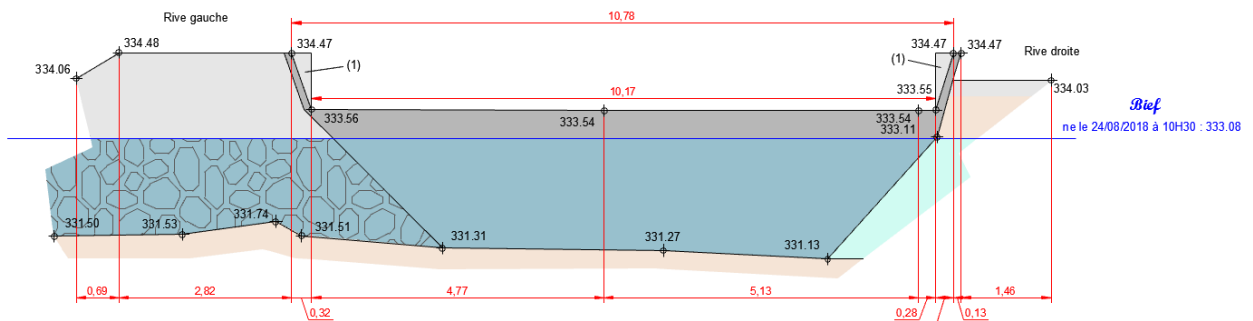


Fig. 12. Coupe du déversoir

- Un vannage de prise d'eau dans l'usine (D2), composé de 3 vannes fermées en permanence et au niveau desquelles est assuré le pompage de l'eau pour le refroidissement des installations de production (D). Il est intéressant de noter que lors des levés topographiques d'importantes fuites ont été détectées sous la semelle du radier de ces vannes ;



Fig. 13. Vannage de prise d'eau

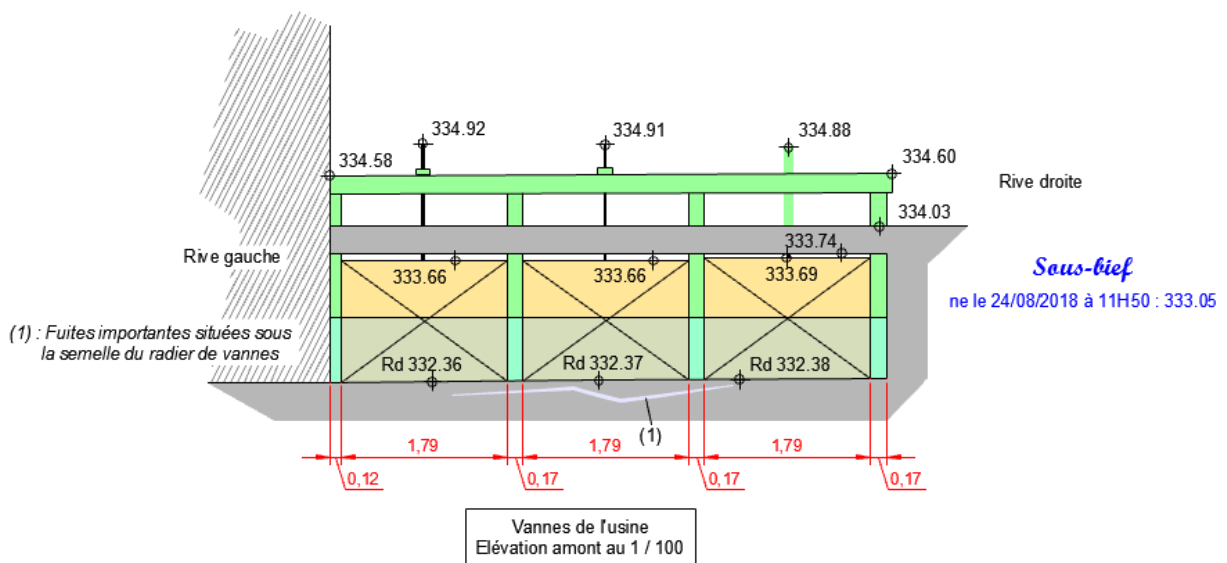


Fig. 14. Coupe du vannage de prise d'eau

- Un dernier ouvrage constitué d'une buse (S3), permettant la récupération des eaux pompées (D) et des infiltrations à travers les vannes (C3), puis leur rejet vers le tronçon aval du canal usinier.



Fig. 15. *Exutoire des eaux transitant dans l'usine*

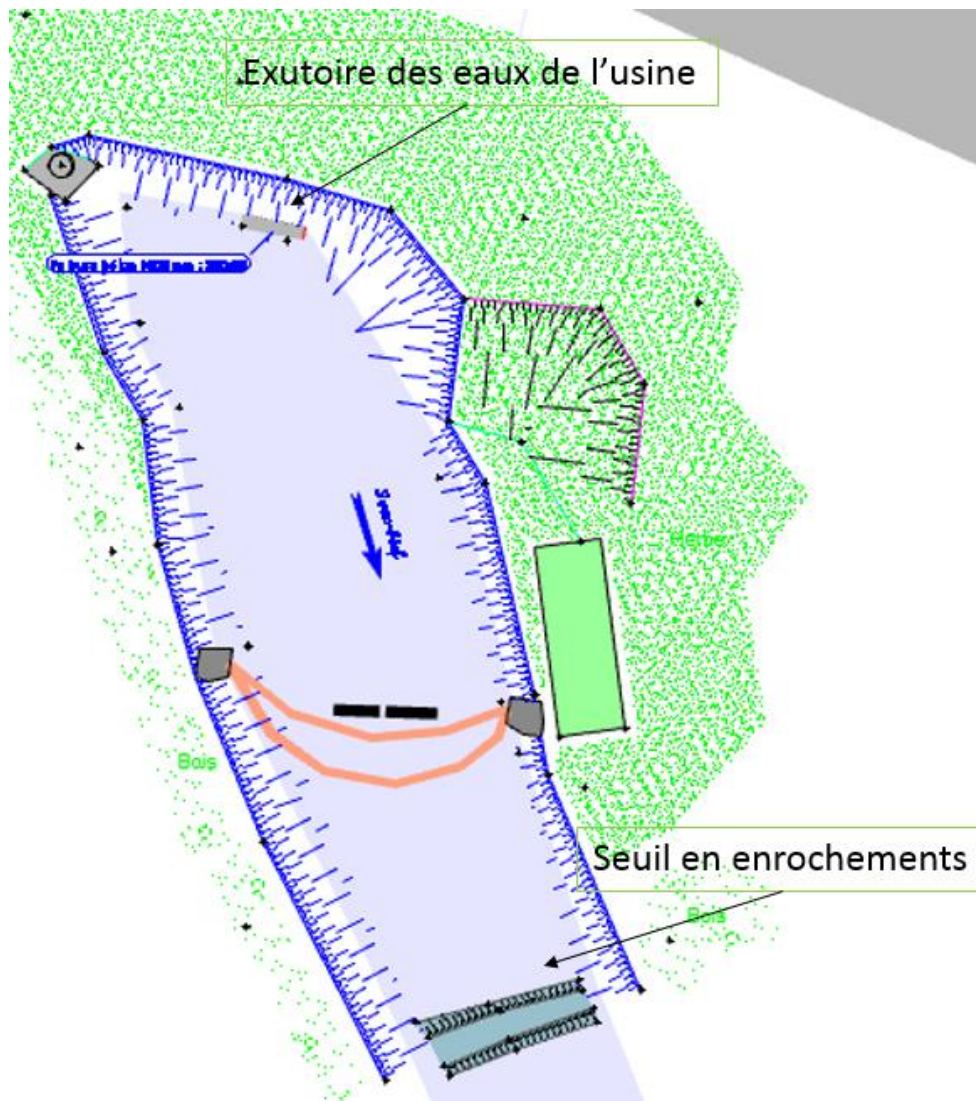


Fig. 16. Plan de masse de la sortie de l'usine

Les différents ouvrages mentionnés précédemment sont localisés ci-après :

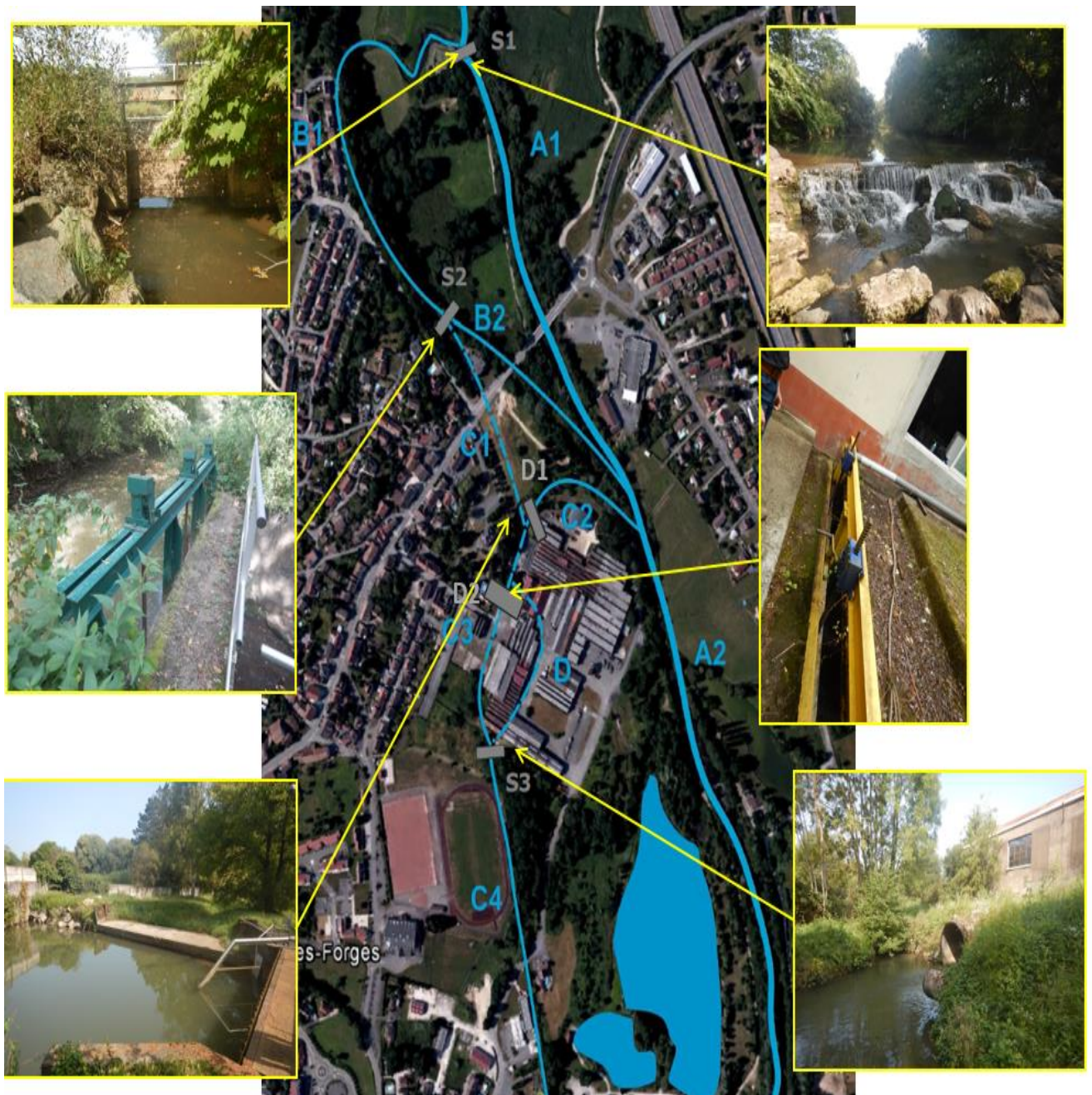


Fig. 17. Localisation des ouvrages hydrauliques à l'étude

Par ailleurs sur le tronçon court-circuité de la Savoureuse deux ouvrages hydrauliques sont présents, le premier se situe juste à l'aval du pont de la RD47 le second est à l'aval du secteur d'étude et est un seuil constitué d'enrochements.

Sur le secteur les différents vannages sont très peu maniés, même en cas de crue ceux-ci ne sont pas ouverts et la rivière s'écoule en surverse.

1.4. DONNEES ADMINISTRATIVES SUR L'OUVRAGE

1.4.1. Propriété des ouvrages

L'ensemble hydraulique à l'étude est la propriété de la société Hendrickson.

1.4.2. Statut des ouvrages

L'ensemble hydraulique est présent sur la carte de Cassini. Hendrickson dispose de documents attestant de l'existence de l'ouvrage dès 1766.



Ces ouvrages sont donc fondés en titre.

Concernant l'historique du secteur au vue de la morphologie du canal usinier, notamment sur sa partie aval, il apparaît que le canal usinier était initialement le bras naturel de la Savoureuse. La date de la création du lit actuel ne nous ai pas connu mais celui-ci apparait sur la carte de Cassini ainsi que sur la cadastre napoléonien.

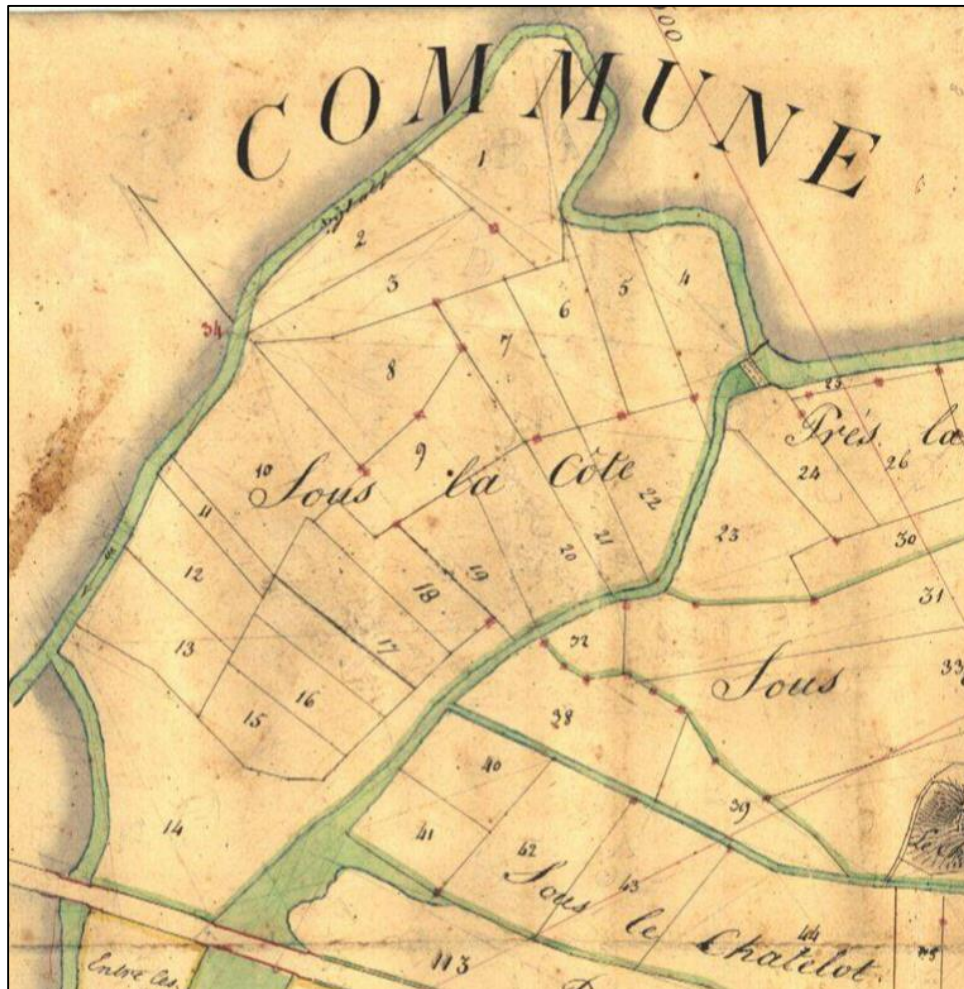


Fig. 18. Cadastre Napoléonien sur la commune de Trétudans, 1828



Fig. 19. Photographie aérienne du site en 1935

1.4.3. Cas du seuil de prise d'eau

Le seuil de prise d'eau n'est pas mentionné dans les documents concernant l'ensemble hydraulique de l'usine Hendrickson, aussi sa propriété reste inconnue.

2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Cette partie a pour objectif de déterminer les débits caractéristiques au droit du site d'étude afin d'alimenter l'analyse du fonctionnement hydraulique et géomorphologique du cours d'eau.

2.1.1. Données

Plusieurs suivis hydrométriques existent sur le linéaire de la Savoureuse. La station hydrométrique la plus proche du site d'étude, et qui a été retenue pour la suite de l'étude, est la station du Vieux-Charmont (6.2 km en aval de la prise d'eau de l'ensemble à l'étude).

Tabl. 1 - Station hydrométrique du Vieux-Charmont

Cours d'eau	Surface BV topographique (km ²)	Période d'exploitation	Durée de suivi
SAVOUREUSE à Vieux-Charmont	235	1986-2017	31 ans

Cette station est gérée par la DREAL Bourgogne – Franche-Comté et les données collectées sont disponibles via le site de la Banque Hydro.

2.1.2. Synthèse des données disponibles

La station considérée est exploitée depuis plus de 30 ans. Cela est suffisant pour justifier son intérêt statistique et l'exploiter afin de déterminer un régime hydrologique relatif au secteur géographique étudié.

Les débits caractéristiques de la Savoureuse au droit de la station hydrométrique sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tabl. 2 - Débits caractéristique de la station la plus proche

Cours d'eau	Surface BV topographique (km ²)	Débits caractéristiques (m ³ /s) - Module et étiage -			Débits caractéristiques QIX (m ³ /s) - Crues					Source
		Module	Etiage QMNA5	Etiage VCN10	Période de retour					
					2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	
SAVOUREUSE à Vieux-Charmont	235	5.9	0.85	0.68	77	100	120	140	160	Banque HYDRO

2.1.3. Estimation des débits caractéristiques sur le secteur d'étude

Les débits sur la Savoureuse à Châtenois-les-Forges ont été obtenus par extrapolation des débits de la station à Vieux-Charmont.

Tabl. 3 - Débits caractéristiques de la Savoureuse à Châtenois-les-Forges

Cours d'eau	Surface BV topographique (km ²)	Débits caractéristiques (m ³ /s) - Module et étiage -			Débits caractéristiques QIX (m ³ /s) - Crues					Source
		Module	Etiage QMNA5	Etiage VCN10	Période de retour					
					2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	
SAVOUREUSE à Châtenois-les-Forges	207.12	5.20	0.75	0.60	69.60	90.391	108.47	126.55	144.62	Extrapolation

Le DMB sur notre secteur est donc estimée à 0.52 m3/s.

3. CONTRAINTES LOCALES ET USAGES

Le principal usage du canal usiner est le refroidissement des installations de l'usine, celui-ci est assuré par un prélèvement estimé à 40 l/s.

Par ailleurs au sein de l'usine Hendrickson plusieurs pompages pompiers sont présents dans le canal.



Fig. 20. Différents pompages pompiers sur le site

4. COMPOSANTE HYDRAULIQUE

4.1. PPRI DE LA SAVOUREUSE

Notre secteur d'étude est inclus au sein du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Savoureuse, du Rhône et de la Rosemontoise approuvé en 1999.

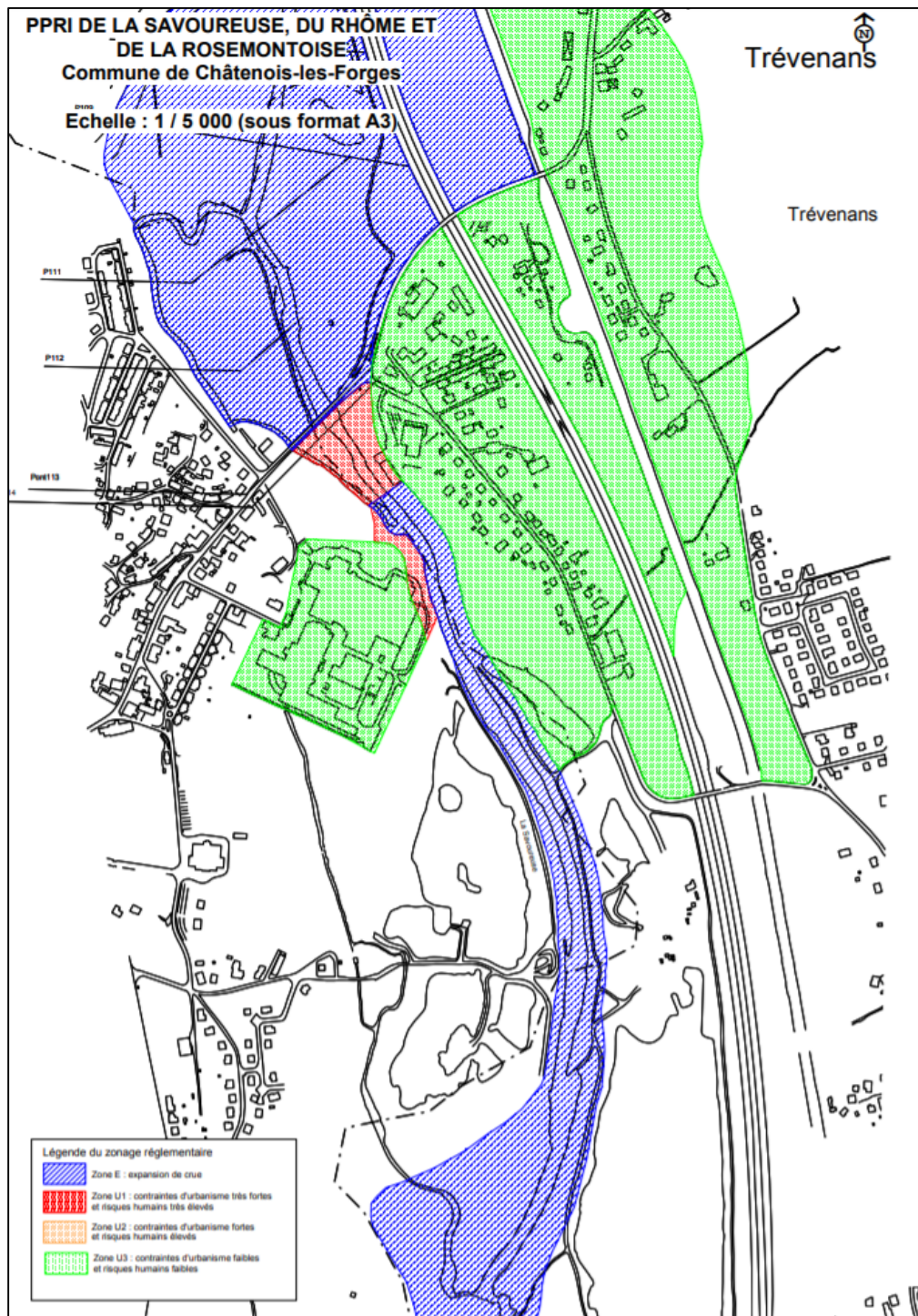


Fig. 21. Extrait du PPRI de la Savoureuse sur la commune de Châtenois-les-Forges

L'amont et l'aval de notre secteur sont considérés comme une zone d'expansion des crues. Le secteur au droit du busage est considéré comme secteur à forts enjeux au vue des contraintes d'urbanisme et du risque humain.

4.2. MESURES DE TERRAIN

Un jaugeage a été réalisé en période de basses eaux afin de caractériser la répartition actuelle des débits, les résultats sont présentés ci-dessous :

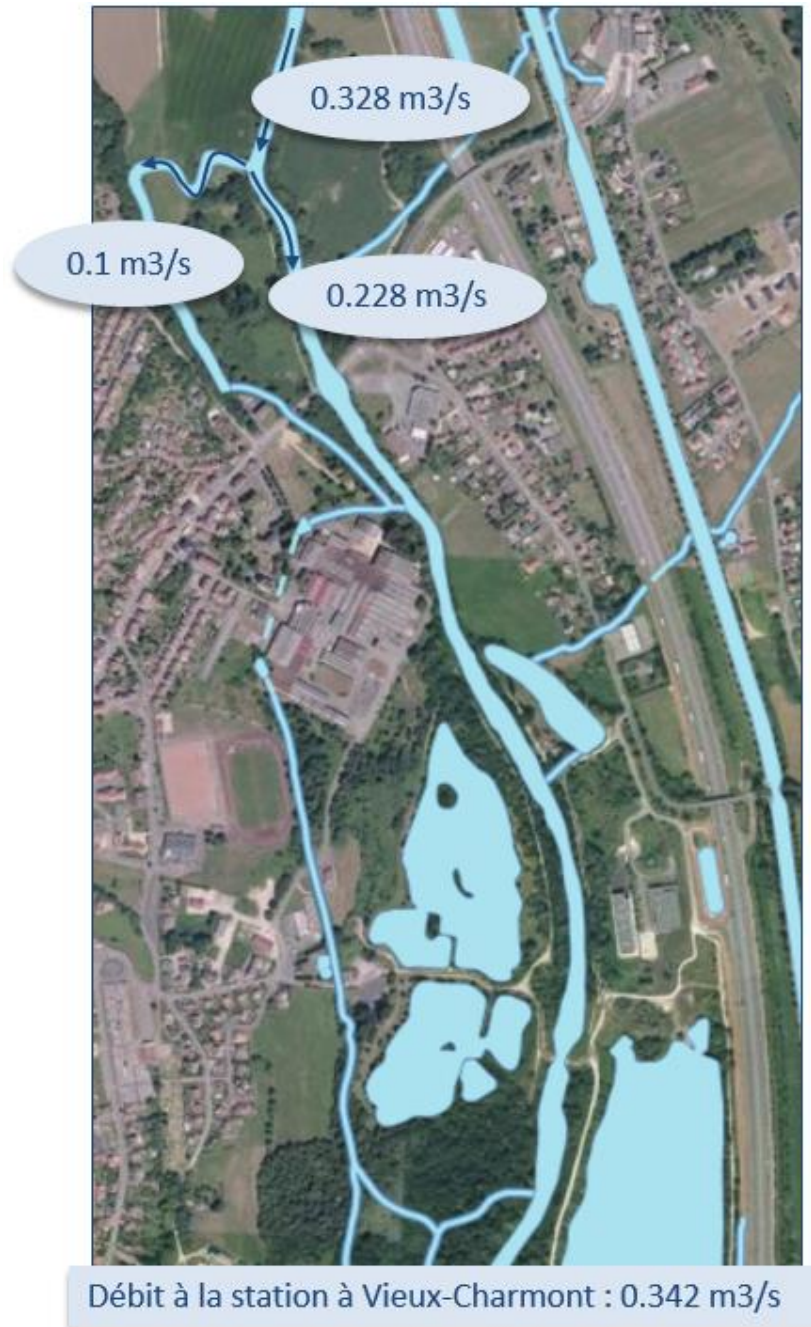


Fig. 22. Résultats des jaugeages réalisés le 01/08/2018

Ce jaugeage a été réalisé le 1^{er} aout 2018, il est intéressant de noter que le débit amont est inférieur au DMB de la rivière, la répartition est telle que 1/3 du débit va au canal et les 2/3 restant transitent par la Savoureuse.

4.3. MODELISATION HYDRAULIQUE

Pour apprécier et quantifier les écoulements (les hauteurs et vitesses d'écoulement) du cours d'eau dans l'état actuel et dans l'état aménagé, une modélisation hydraulique a été réalisée.

Le modèle hydraulique (HEC-RAS) a été construit sur la base de relevés réalisés par HYDROTOPO le 24 août 2018.

Il s'agit ici d'un modèle dit « filaire ramifié » : le lit mineur est représenté par une suite de profils en travers entre lesquels la courbe de remous est calculée par résolution numérique des équations de Saint-Venant.

Ce modèle servira pour le dimensionnement des aménagements et l'évaluation de leurs incidences.

Rappelons que tout modèle est une représentation « mathématisée » 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.

4.3.1. Topologie du modèle

Le modèle réalisé représente la configuration hydrographique de la Savoureuse au droit du site à l'étude incluant :

- Un profil en long de la rivière allant de l'amont de la prise d'eau de l'usine Hendrickson jusqu'au secteur des prés Perrot, le profil a été réalisé sur les deux bras à l'étude ainsi que sur les deux bras de décharge ;
- 15 profils en travers sur le secteur d'étude ;
- La levée de tous les ouvrages de franchissement ou hydraulique.

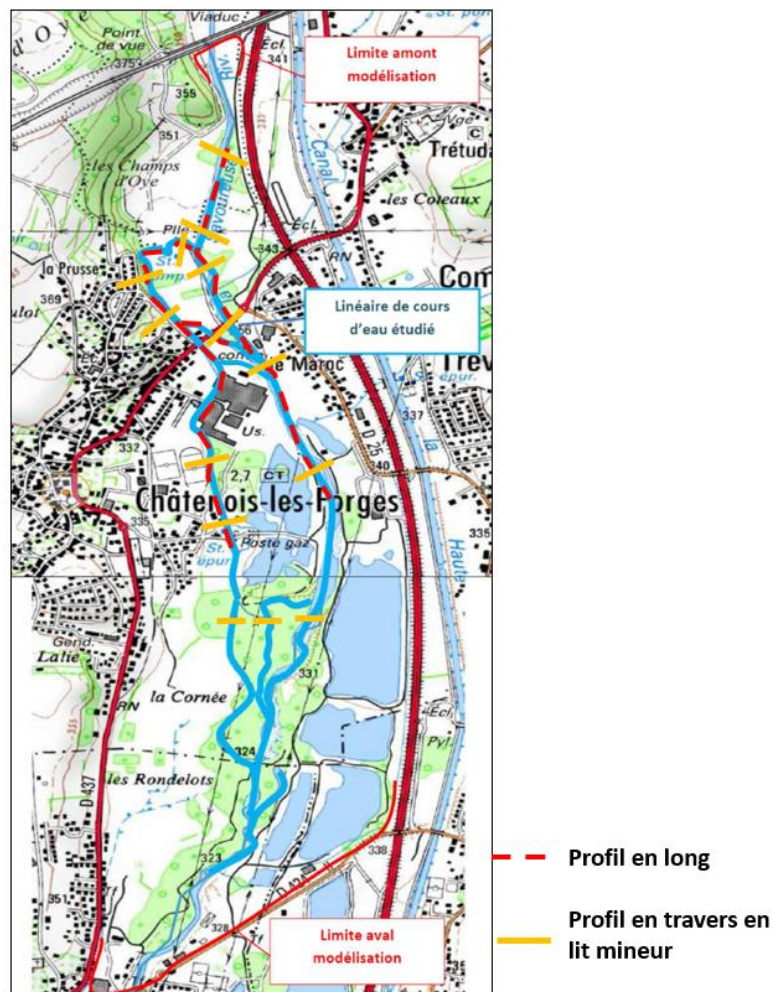


Fig. 23. Localisation des différents profils levés

4.3.2. Calage du modèle

Cette analyse hydraulique repose sur deux approches :

- Une approche « terrain » consistant à relever des niveaux d'eau sur le site à bas débit ;
- Des simulations hydrauliques, à l'aide d'un outil de modélisation, afin d'étendre les mesures et d'évaluer l'évolution du niveau d'eau en différents points pour les débits étudiés.

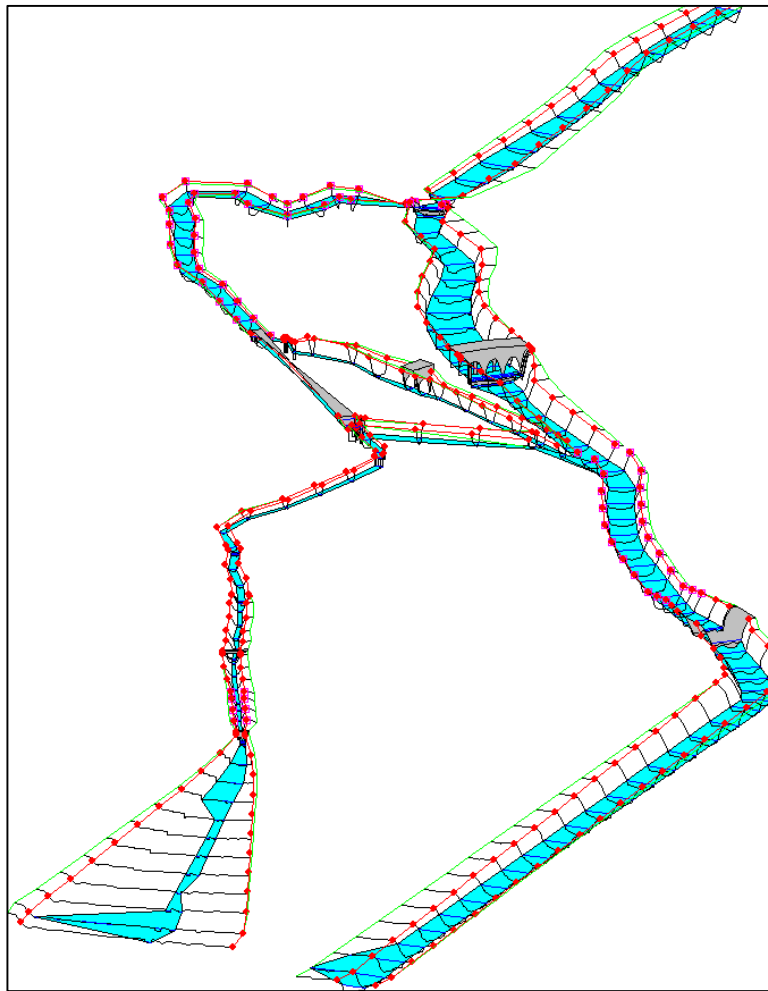


Fig. 24. Vue 3D du modèle

Les hypothèses retenues pour la modélisation hydraulique sont les suivantes :

- Modélisation en régime uniforme, permanent ;
- Conditions aval/amont : pente moyenne du profil et régime uniforme ;
- Rugosité du lit mineur : coefficient de Manning-Strickler variant entre 30 et 25.

A noter que la structure du lit mineur induit une certaine incertitude des niveaux d'eau calculés par modélisation hydraulique à bas débits. En effet, la morphologie hétérogène du lit mineur sur certains tronçons (enrochements grossiers, végétation, ...) peut influencer sensiblement la ligne d'eau localement.

Le calage du modèle a été réalisé à partir des mesures de niveaux d'eaux réalisées le 24 août 2018, on obtient des écarts entre les niveaux modélisés et réels inférieurs à 5 centimètres.

4.3.3. Etat initial tiré de la modélisation hydraulique

La modélisation a permis d'apprécier le fonctionnement global du tronçon, et déterminer quelques grandeurs indispensables à la suite de l'étude, comme le débit de plein bord, que l'on considère comme le débit morphogène du cours d'eau.

4.3.3.1. BAS ET MOYENS DEBITS

Les vitesses et tirants d'eau ont été analysés à bas et moyen débits, on observe ainsi un linéaire fortement impacté par les ouvrages.

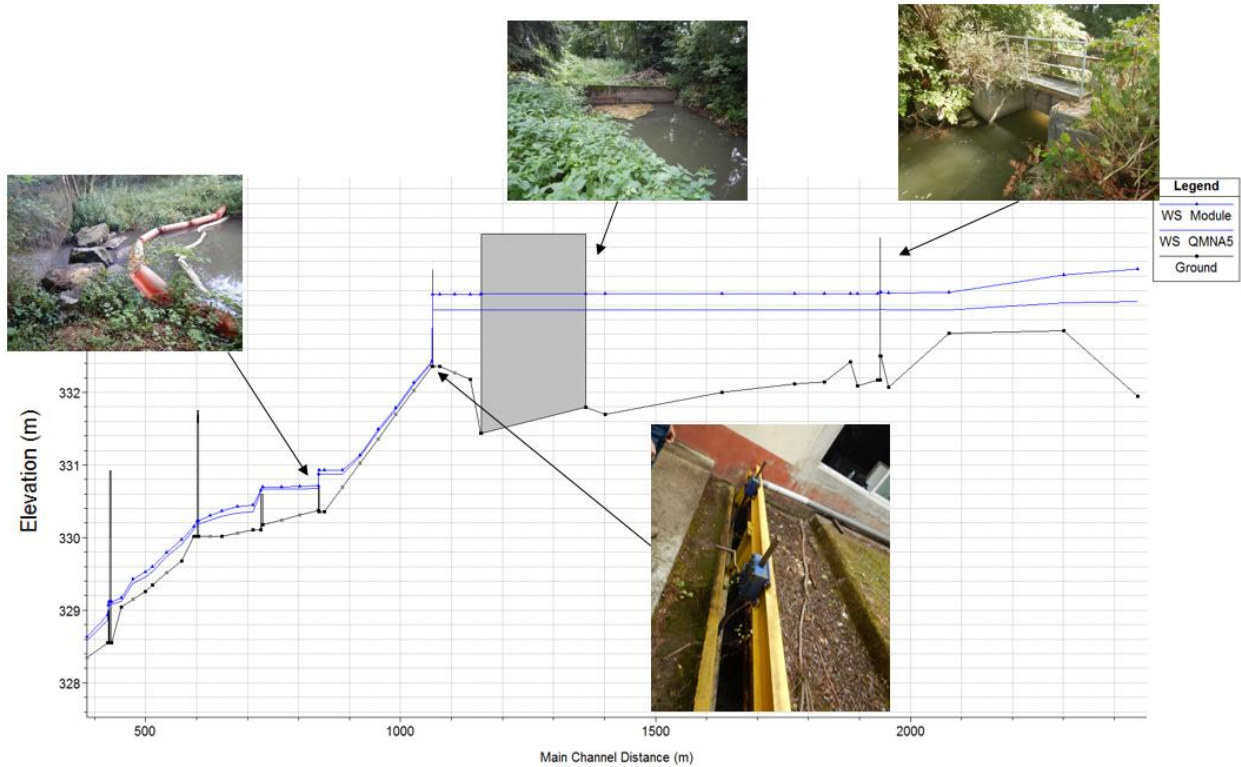


Fig. 25. Ligne d'eau de la Savoureuse sur le bras de l'usine au QMNA5 et au module

Le premier kilomètre du bras de l'usine est clairement sous l'influence de la vanne de prise d'eau, le linéaire aval semble lui moins contraint et présente une pente plus importante.

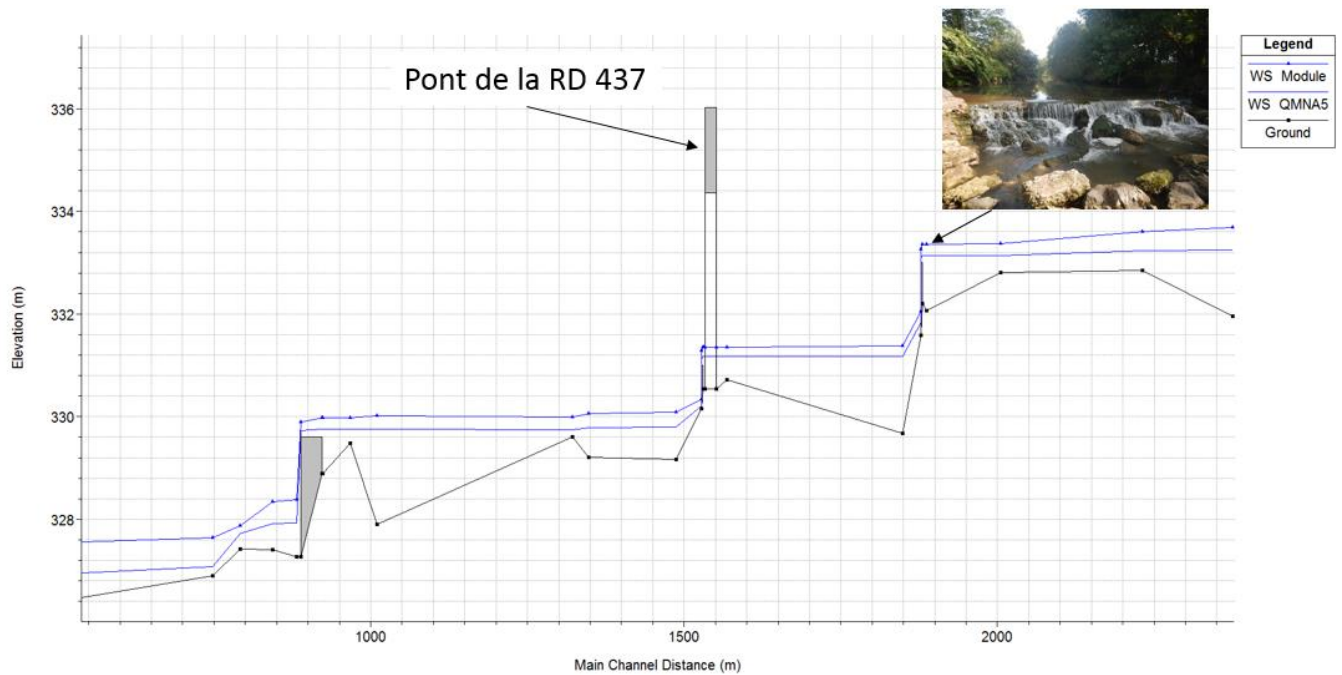


Fig. 26. Ligne d'eau de la Savoureuse sur le bras court-circuité au QMNA5 et au module

Le tronçon court-circuité apparaît comme entièrement sous l’influence des différents ouvrages présents sur son cours.

Les données hydrauliques extraites de cette modélisation sont les suivantes :

Tabl. 4 - Résultats hydrauliques de la modélisation

Débits		Caractéristiques au seuil de prise d'eau				
Débit amont (m3/s)	Débit Savoureuse (m3/s)	Débit canal (m3/s)	Niveau amont seuil (m NGF)	Niveau aval seuil (m NGF)	Chute au droit du seuil (m)	
Géomètre	0.39	0.26	0.13	333.11	331.11	2
QMNA5	0.85	0.69	0.16	333.14	331.15	1.99
Module	5.2	4.86	0.34	333.37	331.39	1.98
2*Module	10.4	9.78	0.62	333.49	331.51	1.98

4.3.3.2. DEBIT DE PLEIN BORD

Les débits de plein bord ont été calculés indépendamment sur chaque bras de la rivière en considérant la totalité des vannes du secteur ouvertes.

On trouve des valeurs de débits de plein bord particulièrement élevés sur les secteurs artificialisés de la rivière. Ainsi sur le secteur de la Savoureuse court-circuité par l'usine Hendrickson le débit plein bord est très élevé puisque celui-ci est égale à 120 m³/s (débit proche de la Q₂₀).

Les secteurs moins artificialisés tels que l'aval de l'usine présentent eux un débit de plein bord moins important estimé à 15 m³/s.

4.3.3.3. FONCTIONNEMENT EN CRUE

Comme évoqué précédemment lors des crues les différents vannages du secteur ne sont pas maniés. Partant de cette hypothèse le comportement en crue de l'ensemble a été étudié.

Lors de l'augmentation des débits il a été établi que le déversoir latéral commençait à surverser à partir d'un débit égal à 10 m³/s. Si les débits continuent à augmenter les vannes à l'amont du busage, qui initialement ne laissent passer que les fuites, commencent ensuite à surverser elles aussi.

Les principaux secteurs susceptibles de déborder sont cartographiés ci-dessous :



Fig. 27. Localisation des zones préférentielles de débordement sur notre secteur d'étude

A noter que la vérification de la cohérence entre le PPRI existant sur le secteur et la modélisation réalisée n'a pu être réalisée, en effet il aurait fallu pour cela réaliser des profils en lit majeur sur le secteur afin de prendre en compte les débordements.

5. COMPOSANTE MORPHODYNAMIQUE

5.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Notre secteur d'étude se situe au sein de la zone de contact entre les plateaux tertiaires de Haute-Saône et les avant-monts de calcaire jurassique du Lomont.

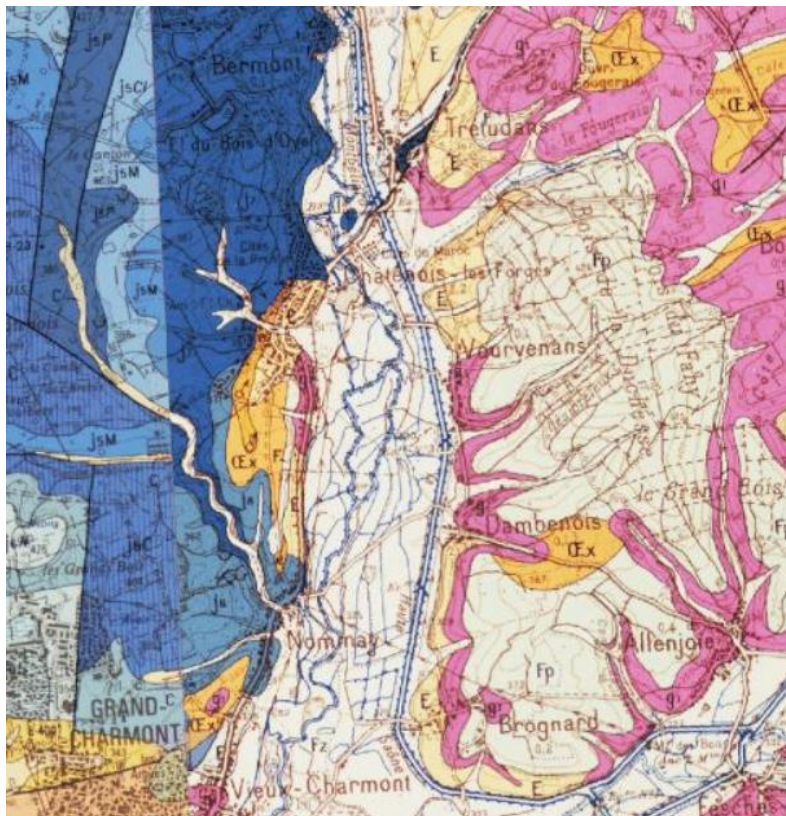


Fig. 28. Extrait de la carte géologique (Feuille de Lure et Belfort– Source BRGM)

La plaine alluviale de la Savoureuse (notée Fz – alluvions récentes sur la carte) s'étend au droit de la zone d'étude sur 1 à 1.5 km de largeur. Elle est délimitée :

- En rive gauche : par le pied de versant de Brognard (massif composé d'éboulis, de conglomérat de l'Oligocène et d'alluvions anciennes dites du Sundgau) et le canal de la Haute Saône ;
- En rive droite, par le pied de versant où est implanté le bourg de Nommay et la route départementale n°437 reliant Nommay et Vieux-Charmont. Ce massif est constitué principalement de calcaires et marnes du Kimméridgien.

D'après les documents consultables sur la Banque du Sous-Sol (BSS), les alluvions récentes sont composées de sables, graviers et galets siliceux (dits « alluvions siliceuses rougeâtres de la Savoureuse ») d'une épaisseur moyenne comprise entre 4 et 8m.

5.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

La masse d'eau associée à la Savoureuse débute à Malvaux, à 600 m d'altitude, peu après ses sources (commune de Lepuix), et l'accompagne jusqu'à sa confluence à 317 m d'altitude.

Jusqu'à Belfort, la nappe alluviale de la Savoureuse s'écoule sur un substrat imperméable, d'abord les granites du Socle vosgien du Bassin de la Saône et du Doubs FRDG618, puis les Formations variées de la bordure primaire des Vosges FRDG500 et à l'entrée de Belfort les Marnes et terrains de socle entre Doubs et Ognon FRDG116.

Ces terrains, imperméables, n'alimentent pas les alluvions de la Savoureuse. A l'aval, les alluvions sont sur les Calcaires jurassiques du Jura septentrional du Pays de Montbéliard et du nord Lomont FRDG178. Des arrivées d'eau en provenance de cet aquifère karstique alimentent la nappe alluviale. Au niveau de la Confluence avec l'Allan, ce sont les calcaires qui constituent le substrat de la vallée, les alluvions de la Savoureuse ne sont donc pas au contact des marnes oligocènes FRDG173 qui recouvrent le plateau calcaire.

5.3. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE

5.3.1. Transit sédimentaire et capacités morpho-dynamiques

Au-delà de la seule capacité de transport solide d'une rivière, se pose la question des apports sédimentaires morphologiquement intéressants, c'est-à-dire la charge plus ou moins grossière susceptible d'être transportée par charriage (sables grossiers, graviers, galets), en opposition avec la charge fine plus ou moins organique transportée en suspension (limons, vases, sables).

En effet, pour un transit sédimentaire actif, l'hydrosystème doit disposer d'apports en matériaux et d'une capacité suffisante pour les transporter :

- Des apports externes :
 - Production primaire : il s'agit des apports en sédiments grossiers parvenant directement au cours d'eau (écoulement, reptation, glissement), comme par exemple des éboulis de pente, des glissements de terrain, ... ;
 - Production secondaire : il s'agit des apports des affluents.
- Des apports internes :
 - Stock en lit mineur comme le matelas alluvial en fond de lit mineur ;
 - Stock en lit majeur et terrasses : il s'agit d'apports externes se faisant par le biais d'érosions latérales.

La présence de seuils et des vannes non manipulées sur le secteur altère fortement la dynamique sédimentaire sur le secteur. Le transit des sédiments fins est aussi compromis par la présence des ouvrages, sous l'emprise du remous liquide, les sédiments, et plus particulièrement les fines se déplaçant en suspension dans le cours d'eau, tendent à se déposer au fond du lit mineur. Ce dépôt est à l'origine d'un colmatage des fonds, altérant ainsi la richesse du substrat originel, ce phénomène explique la présence de la couche de vase en amont du busage de l'usine Hendrickson.

Concernant l'impact du seuil de prise d'eau sur le transit sédimentaire, sa retenue étant comblée on peut considérer l'ouvrage comme étant quasiment transparent sur le transit.

5.3.2. Profil en long

A l'état naturel, les rivières ont un équilibre dynamique relativement stable. Les modifications morphologiques sont alors de faible ampleur et dépendent essentiellement des crues.

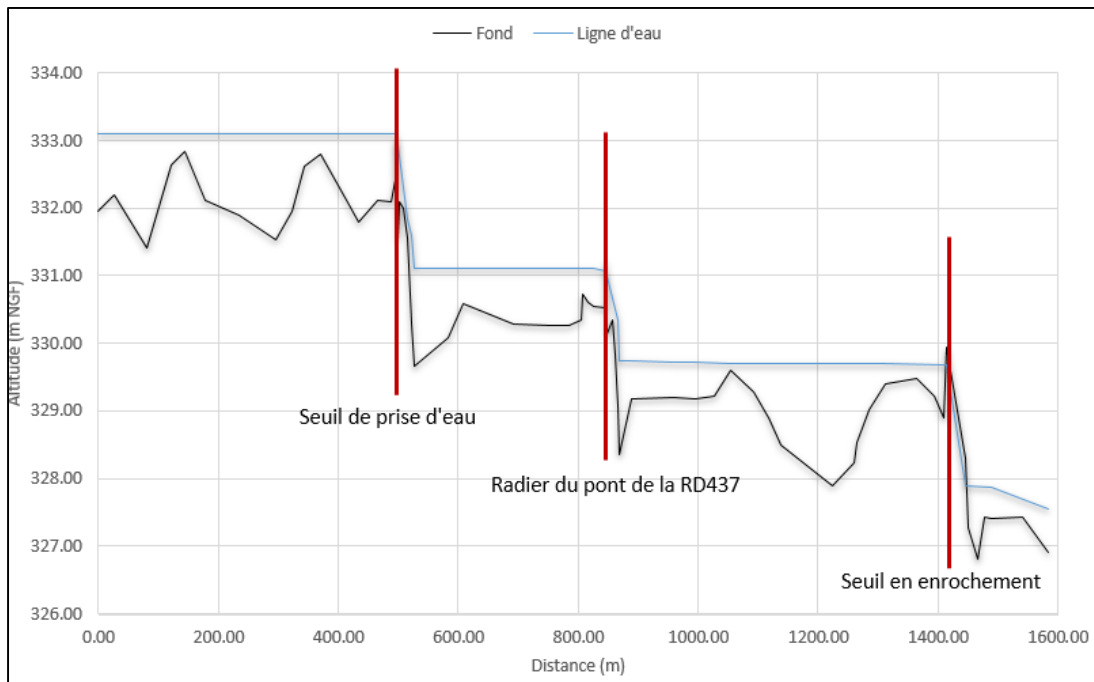


Fig. 29. Profil en long du tronçon court-circuité de la Savoureuse

Le profil en long de la rivière sur le tronçon naturel de la Savoureuse est très impacté par la présence d'ouvrages sur son cours. Les retenues à l'amont sont comblées par les sédiments et on y retrouve des faciès homogènes avec des berges très hautes, le lit y est rectiligne, large, totalement aménagé et chenalisé. Seule la partie aval du secteur, au niveau de la zone d'arrêtés de protection de biotope présente une certaine diversité.



Fig. 30. Linéaire de la Savoureuse à l'aval de la confluence entre les deux bras à l'étude

Ce tronçon se caractérise par une complexification du style morphologique mais aussi du lit majeur du fait de la présence des anciennes gravières. Le lit de la rivière peut être qualifié de sinueux par endroits, et quelques portions accueillent des séquences à chenaux multiples.

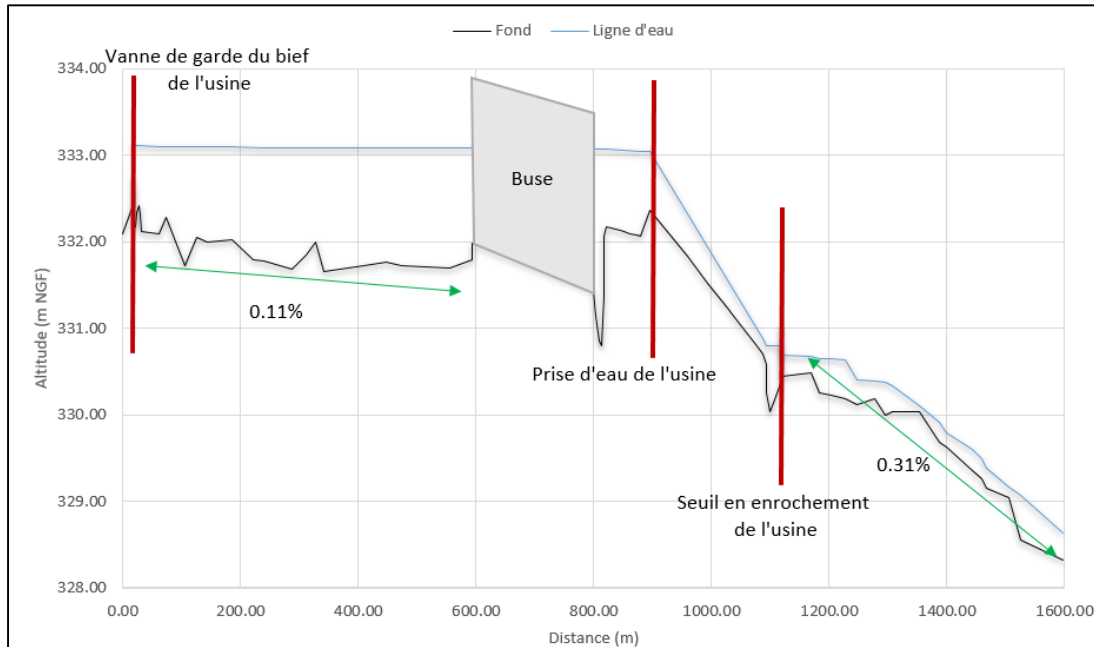


Fig. 31. Profil en long du canal usinier

Le bras s'écoulant par l'usine Hendrickson, présente lui un aspect quelque peu plus naturel, Bien que la partie aval soit sous influence de la vanne de prise d'eau de l'usine la retenue engendrée par cet ouvrage n'est pas totalement comblée et la rivière présente encore de la pente sur ce secteur.

A partir du passage busé et jusqu'au seuil à la sortie de l'usine la rivière est complètement artificialisée et est en majorité sous terraine, l'analyse du profil en long sur ce secteur est donc caduque.

A l'aval de l'usine Hendrickson la rivière présente plus de pente et des profils plus naturels. Le secteur à l'aval de la rue du Moulin inclus dans l'arrêté présente différents chenaux, caractéristique d'une rivière préservée pouvant évoluer quasiment librement. Par conséquent, la dynamique fluviale a pu s'exprimer, comme en témoignent les bras morts et secondaires encore présents.



Fig. 32. Aval du canal usinier

5.3.3. Capacités d'ajustement morpho-dynamique

En complément des observations visuelles, une analyse de la puissance spécifique de la rivière et de sa force tractrice a été réalisée. La puissance d'un cours d'eau est un indicateur théorique de la capacité d'ajustement morphologique d'un tronçon de cours d'eau.

Les calculs réalisés sont basés sur le profil en long et en travers relevés par le géomètre, ainsi que les résultats du modèle hydraulique. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tabl. 5 - Calcul de la puissance spécifique et de la force tractrice

Localisation	Largeur plein bord (m)	Pente (m/m)	Débit plein bord (m ³ /s)	Puissance spécifique (W/m ²)	Force tractrice (Pa)
1	17.31	0.00525	5.00	14.9	75.7
2	15.16	0.0015	2.70	26.2	19.6
3	11.53	0.00477	15.50	62.9	44.0
4	8.88	0.00477	15.00	79.0	51.5
5	23.98	0.00291	120.00	142.9	58.0
6	26.02	0.00291	120.00	131.7	66.2

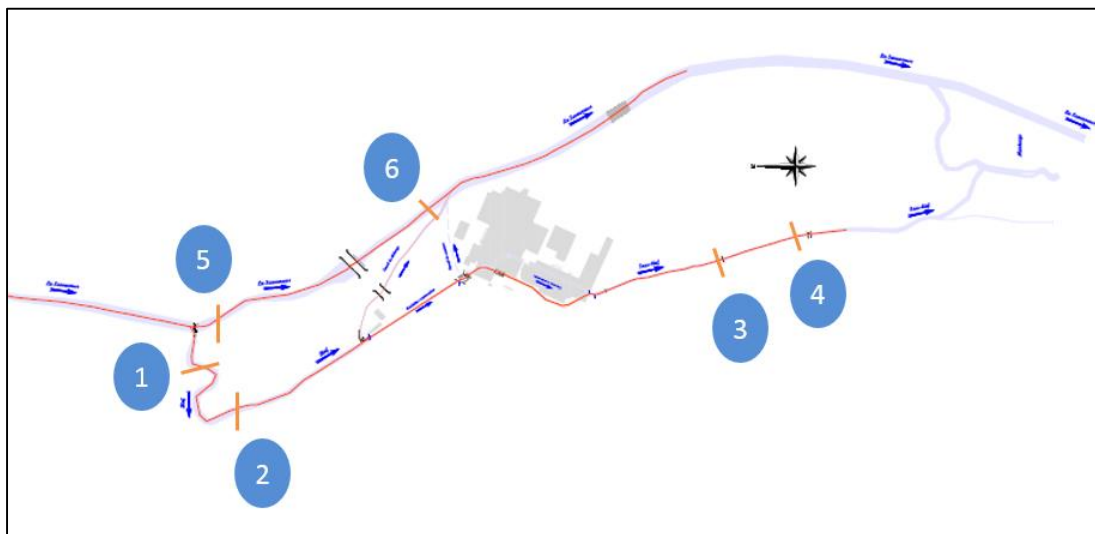


Fig. 33. Localisation des profils utilisés pour le calcul des puissances spécifiques et forces tractrices

Les résultats présentés dans le tableau précédent révèlent des puissances spécifiques et des forces tractrices faibles à modérées en fonction de là où se trouve sur la Savoureuse. *Il faut noter ici que ces données étant des valeurs théoriques qui tiennent compte de la pente, du débit et de la largeur à plein bord de la rivière, elles peuvent être artificiellement modifiées par les différentes interventions effectuées sur le cours de la rivière (curage, rectification...).* Ce qui est pleinement le cas sur notre secteur d'étude.

Globalement, ces valeurs sont caractéristiques d'un cours d'eau ne disposant que de très faibles capacités d'ajustement et ne pouvant se réajuster morphologiquement par elle-même.

6. VOLET PISCICOLE

6.1. ETAT GENERAL

La connaissance du milieu piscicole est primordiale pour déterminer les potentialités biologiques d'un cours d'eau, notamment dans le cadre d'une étude de restauration de la qualité physique. En outre, le peuplement piscicole permet d'apprécier l'état biologique général du cours d'eau, à mettre en parallèle de l'état de la qualité physique.

Pour tenir compte de la biologie des espèces, les cours d'eau, canaux et plans d'eau sont classés en deux catégories piscicoles :

- La 1^{ère} catégorie piscicole comprend les milieux aquatiques pouvant accueillir les espèces salmonicoles (cours d'eau à salmonidés dominants). Il s'agit souvent de milieu où l'espèce cible est la truite Fario, accompagné de son cortège d'espèces telles que le chabot, le vairon,...
- La 2nd catégorie piscicole regroupe les autres milieux aquatiques (à cyprinidés dominants).

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 2^{ème} catégorie piscicole malgré une typologie caractéristique du contexte salmonicole ou inversement.

La Savoureuse à Châtenois-les-Forges est classée en seconde catégorie piscicole.

6.2. PEUPELEMENT PISCICOLE

Une pêche électrique a été effectuée en 2018 sur le tronçon court-circuité de la Savoureuse au droit de notre secteur d'étude. Les résultats de cette pêche sont présentés dans le graphique ci-dessous :

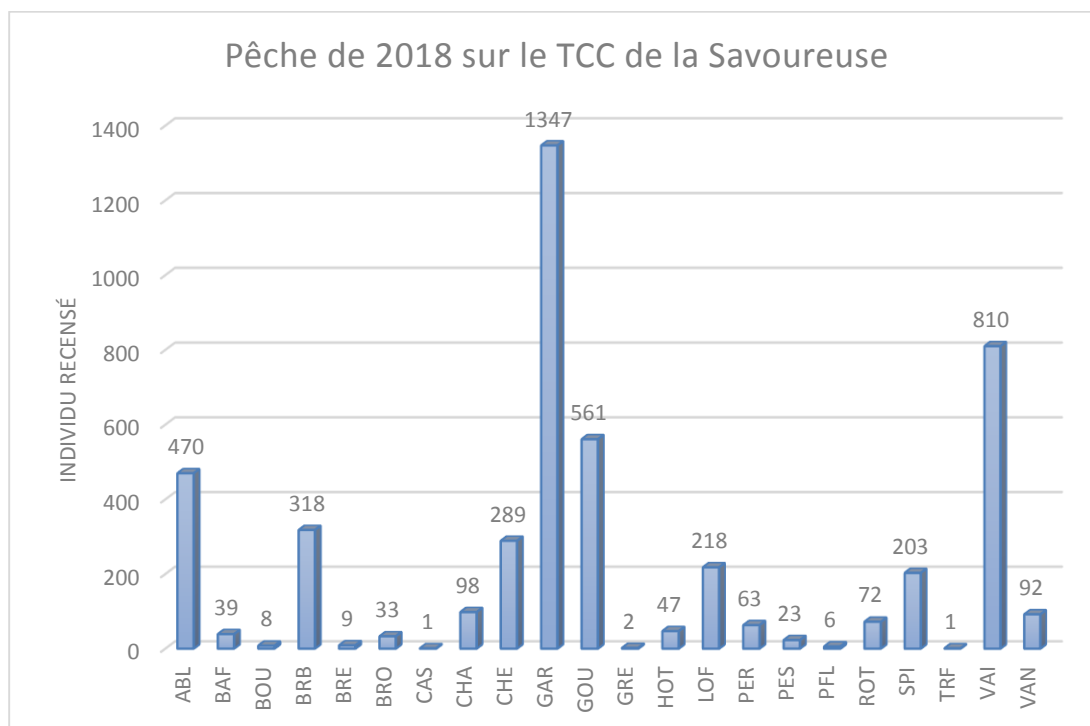


Fig. 34. Résultats de la pêche électrique de 2018 sur le secteur

Neuf espèces patrimoniales sont représentées dans cette pêche :

Espèce		Directive européenne "Habitats-Faune-Flore"[1]		Arrêté du 8 déc. 1988[2]	Convention de Berne[3]
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Annexe II	Annexe V		Annexe III
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>		X		
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>			X	X
Brochet	<i>Esox lucius</i>			X	
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	X			
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>				X
Loche franche	<i>Cobitis taenia</i>			X	X
Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>				X
Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>			X	
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>			X	

Par ailleurs, au regard des Indices Poissons Rivière calculés sur plusieurs années, une dégradation du milieu apparaît. L'indice « poissons rivière » (IPR) est un indicateur de qualité des peuplements piscicoles élaboré par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema). Il évalue l'écart entre le peuplement présent et la situation de référence, non ou très peu perturbée par l'homme. Plus le peuplement est proche de l'état de référence, moins l'indice est élevé. La valeur de l'indice correspond à la somme de l'écart à la référence pour 7 métriques :

- Le nombre total d'espèces : NTE ;
- Le nombre d'espèces lithophiles (se reproduisant sur un substrat de type galets/graviers) : NEL ;
- Le nombre d'espèces rhéophiles (préférant les eaux courantes) : NER ;
- La densité totale d'individus : DTI ;
- La densité d'individus tolérants : DIT ;
- La densité d'individus invertivores (se nourrissant essentiellement d'invertébrés) : DII ;
- La densité d'individus omnivores : DIO.

Tabl. 6 - Indice Poisson Rivière de la Savoureuse au Vieux-Charmont

	2007	2015
Indice Poisson Rivière	16.95	21.51
Score NTE	6.2	7.38
Score NEL	1.81	0.82
Score NER	1.12	1.21
Score DII (n/m²)	1.67	0.29
Score DIO (n/m²)	3.87	6.75
Score DIT (n/m²)	1.84	3.35
Score DTI (n/m²)	0.43	1.71

On observe ainsi une augmentation de l'indice entre 2007 et 2015 ce qui témoigne de la dégradation de la rivière. Cette dégradation est aussi visible par l'augmentation des espèces tolérants (DIT) et par le score relativement élevé du nombre total d'espèces (NTE) qui témoigne de l'excès d'espèces présentes par rapport aux espèces attendues. Cette tendance s'explique par la dégradation de la qualité des eaux de la rivière.

6.3. CONTINUITÉ PISCICOLE

6.3.1. Espèces cibles

Le tronçon de la Savoureuse relatif à notre secteur d'étude est un cours d'eau classé en deuxième catégorie piscicole. Les espèces cibles pour la restauration de la continuité piscicole sont donc les cyprinidés, majoritairement rhéophiles d'après les données de pêche disponibles localement.

Au vue de la diversité des espèces inventoriées la passe à poissons devra présenter un caractère « multi-espèces », permettant de restaurer la franchissabilité piscicole à la montaison pour la plus partie du peuplement en place.

6.3.2. Mobilité piscicole et notion de libre circulation

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

La Savoureuse ne comporte aucun potentiel reconnu pour les grands migrateurs, que sont par exemple le Saumon atlantique, les Lamproies, l'Alose ou encore l'Anguille. 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 zones d'alimentation.

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

- Pour le Brochet ou la Truite (anecdotiquement présente sur le secteur), 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.

- 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 fluviatile : 3.5 km en moyenne ;
- Chevesne : quelques kilomètres (jusqu'à plus de 10km) ;

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.

6.3.3. 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 ; et 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 rappels relatifs au comportement des poissons face à un obstacle à la montaison sont ici rappelés :

- 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 violents ;
- 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 de l'obstacle, 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 éventuelles 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.

6.3.4. Critères d'évaluation de la franchissabilité des ouvrages en rivière

A la montaison

Les ouvrages transversaux présentent un degré de franchissabilité par le poisson à la montaison en 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,

La franchissabilité de l'ouvrage de prise d'eau à la montaison a été évaluée sur la base de ses caractéristiques géométriques et de son fonctionnement hydraulique. Il en ressort qu'avec une hauteur de chute supérieure à 1 mètre l'ouvrage est totalement infranchissable à la montaison.

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 ouvrages de faible chute ne pose 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. Egalement, l'absence d'éléments agressifs est essentielle, puisqu'ils sont 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. Cette configuration n'est bien évidemment jamais rencontrée sur les ouvrages à l'étude.

Concernant la dévalaison, l'ouvrage est ici peu problématique et franchissable en période de hautes eaux.

7. QUALITE DES EAUX

Les données concernant la qualité des eaux de la Savoureuse à Châtenois-les-Forges ont été récupérées sur le site eaufrance. Il est important de noter que la station de mesure se situe sur le tronçon court-circuité de la Savoureuse et donc en amont de la restitution des eaux utilisées par la société Hendrickson.

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Intrants		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ECOLOGIQUE	POTENTIEL ECOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2018	BE	TBE	MOY ⓘ	MOY ⓘ	BE					MAUV	Moy	MAUV			
2017	BE	TBE	MED ⓘ	MOY ⓘ	BE		TBE	MOY		MAUV	Moy	MAUV			
2016	BE	TBE	MOY ⓘ	BE	TBE		TBE	MOY		MAUV	Moy	MAUV			
2015	BE	TBE	MED ⓘ	BE	TBE		TBE	MOY			Moy	MOY			
2014	TBE	TBE	BE	BE	TBE		TBE	MOY			Moy	MOY			
2013	MOY ⓘ	TBE	BE	BE	BE		TBE	MOY			Moy	MOY			
2012	MOY ⓘ	TBE	BE	BE	BE		MOY	MOY			Moy	MOY			
2011	MOY ⓘ	TBE	BE	BE	BE		MOY				Moy	MOY			
2010	TBE	TBE	BE	MOY ⓘ	TBE		MOY				Moy	MOY			
2009	BE	TBE	MOY ⓘ	MOY ⓘ	TBE						Moy	Ind			
2008	BE	TBE	MOY ⓘ	MOY ⓘ	TBE						Moy	Ind			

Fig. 35. Etat des eaux de la Savoureuse à Châtenois-les-Forges (Source : eaufrance)

8. ENJEUX ECOLOGIQUES

8.1. SITES NATURA 2000 ET ZNIEFF

Rappel sur le réseau NATURA 2000

Le réseau NATURA 2000 est un **réseau européen** regroupant des espaces abritant des habitats naturels et des espèces animales ou végétales, devenues rares ou menacées.

Le réseau est composé de sites désignés par chacun des Etats membres en application des directives européennes dites « Oiseaux » de 1979 et « Habitats » de 1992 :

- **La directive « Oiseaux »** a pour objet la conservation des oiseaux sauvages et la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle européenne.
- **La directive « Habitats Faune et Flore »** a pour objet la conservation d'espèces et d'espaces sauvages afin de maintenir la diversité biologique (biodiversité) de ces milieux en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et des particularités régionales et locales qui s'y rattachent.

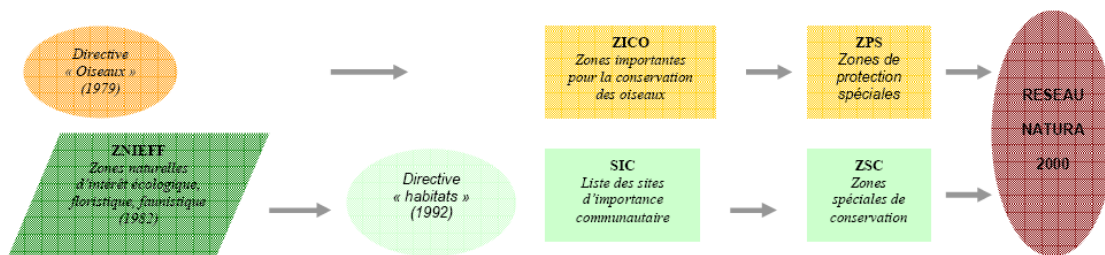


Fig. 36. Organisation du réseau Natura 2000

Rappel sur le réseau ZNIEFF

Une **ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) est un secteur du territoire particulièrement intéressant sur le plan écologique. L'ensemble des ZNIEFF constitue un recensement des espaces naturels exceptionnels ou représentatifs.

L'**inventaire ZNIEFF**, programme national initié en 1982, est donc un outil de connaissance du patrimoine naturel de la France. Dépourvues de valeur juridique directe, les ZNIEFF doivent néanmoins être prises en compte dans les plans d'urbanisme et les projets de grands ouvrages publics. Rappelons ici la distinction entre les deux types de ZNIEFF existants :

- **Les ZNIEFF de type I** : elles correspondent à des petits secteurs d'intérêt biologique remarquable par la présence d'espèces et de milieux rares. Ces zones définissent des secteurs à haute valeur patrimoniale et abritent au moins une espèce ou un habitat remarquable, rare ou protégé, justifiant d'une valeur patrimoniale plus élevée que le milieu environnant.
- **Les ZNIEFF de type II** : de superficie plus importante, elles correspondent aux grands ensembles écologiques ou paysagers et expriment une cohérence fonctionnelle globale. Elles se distinguent de la moyenne du territoire régional par leur contenu

patrimonial plus riche et leur degré d'artificialisation moindre. Ces zones peuvent inclure des ZNIEFF de type I.

L'inscription d'une surface en ZNIEFF ne constitue pas en soi une protection réglementaire mais l'Etat s'est engagé à ce que tous les services publics prêtent une attention particulière au devenir de ces milieux. Il s'agit d'un outil d'évaluation de la valeur patrimoniale des sites servant de base à la protection des richesses.

8.2. ENJEUX SUR NOTRE SECTEUR

Les espaces naturels remarquables sur notre secteur sont les suivants :

Tabl. 7 - Zones protégées du secteur

Type	Nom	Identifiant	Distance au secteur d'étude
ZNIEFF I	Basse vallée de la Savoureuse	430013662	inclus

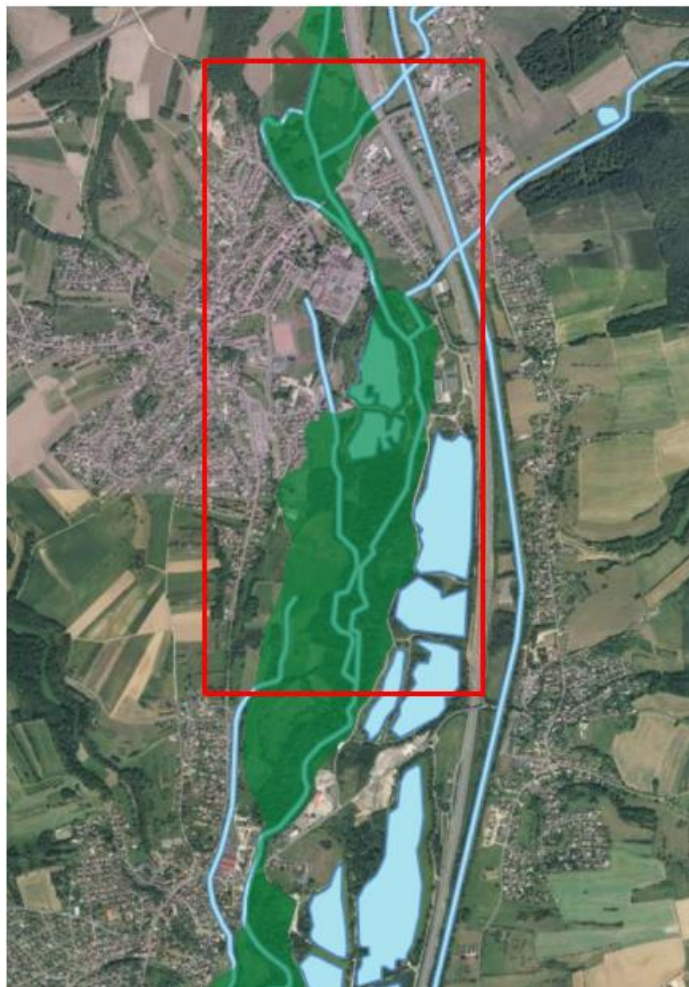


Fig. 37. Localisation des ZNIEFF de type I sur le secteur

8.2.1. ZNIEFF

La ZNIEFF de notre secteur débute en aval de Belfort où la Savoureuse coule lentement dans une large plaine alluviale pour finalement rejoindre l'Allan après un parcours de 40 km.

A partir de Bermont, la vallée présente un écosystème particulièrement riche où se juxtaposent, de façon interdépendante, des biotopes variés influencés par le jeu de la dynamique alluviale et de la présence de la nappe : groupements pionniers de grèves, forêts hygrophiles (saulaies, aulnaies-frênaies), prairies humides s'organisant en ceintures successives.

Les groupements à Renouée poivre-d'eau se localisent en bordure immédiate de la rivière, sur les bancs de graviers émergés quelques mois dans l'année en période d'étiage. Bien que pauvre en espèces, ce groupement est remarquable car très spécialisé et caractéristique.

Les alluvions grossières à inondations répétées montrent une saulaie arbustive, relayée, sur les terrasses légèrement supérieures, par une saulaie arborescente à saule blanc. Ces formations végétales menacées à l'échelle européenne sont ici bien développées et typiques, phénomène rare où elles occupent le plus souvent des surfaces restreintes et se limitent à des échantillons fragmentaires.

L'aulnaie-frênaie occupe la levée alluvionnaire limono-argileuse à période d'inondation brève. Le groupement à sagittaire et rubanier se localise dans les dépressions humides sur alluvions argileuses et la prairie pâturée humide à laîche hérissée occupe les sols plus ou moins mouilleux.

8.2.2. Arrêté de Protection de Biotope

L'aval de notre secteur d'étude est inclus dans le site de la Basse Vallée de la Savoureuse (FR3800882) protégé par un arrêté de protection de biotope.

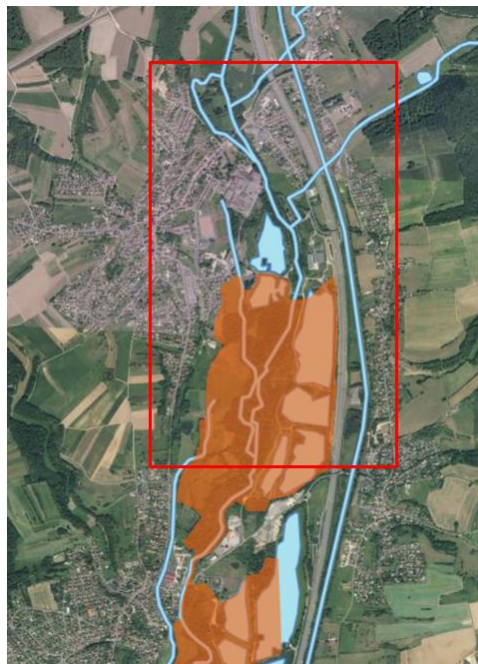


Fig. 38. Localisation du site protégé par rapport au secteur d'étude

L'arrêté a été mis en place afin de garantir la protection de diverses espèces protégées telles que le Trèfle strié, le Cuivré des marais, le Triton palmé, le Martin pêcheur ou encore la Pipistrelle.

8.2.3. Réserve naturelle

En aval de notre secteur d'étude à partir du pont de Nommay et jusqu'au Vieux-Charmont s'étend la réserve naturelle régionale de la Basse Savoureuse. Ce site est classé grâce à la qualité écologique de l'ensemble biologique, la présence permanente ou temporaire de près de 150 espèces animales protégées et la bonne qualité fonctionnelle de l'ensemble des milieux terrestres et aquatiques.

Par ailleurs le secteur contient une diversité d'habitats importante dans un espace restreint, qui plus est dans une zone urbaine et industrielle de grande densité.

8.2.4. Inventaire des habitats du secteur

Au vue des enjeux du secteur un écologue a été missionné afin de réaliser un inventaire des habitats et les cartographier. Les conclusions de l'étude sont présentées ci-dessous, l'étude est par ailleurs disponible dans son intégralité en annexe du présent document.

Le canal usinier a été parcouru afin de repérer les différents habitats. Les résultats sont présentés ci-dessous :



Fig. 39. Cartographie des habitats sur la partie amont du canal

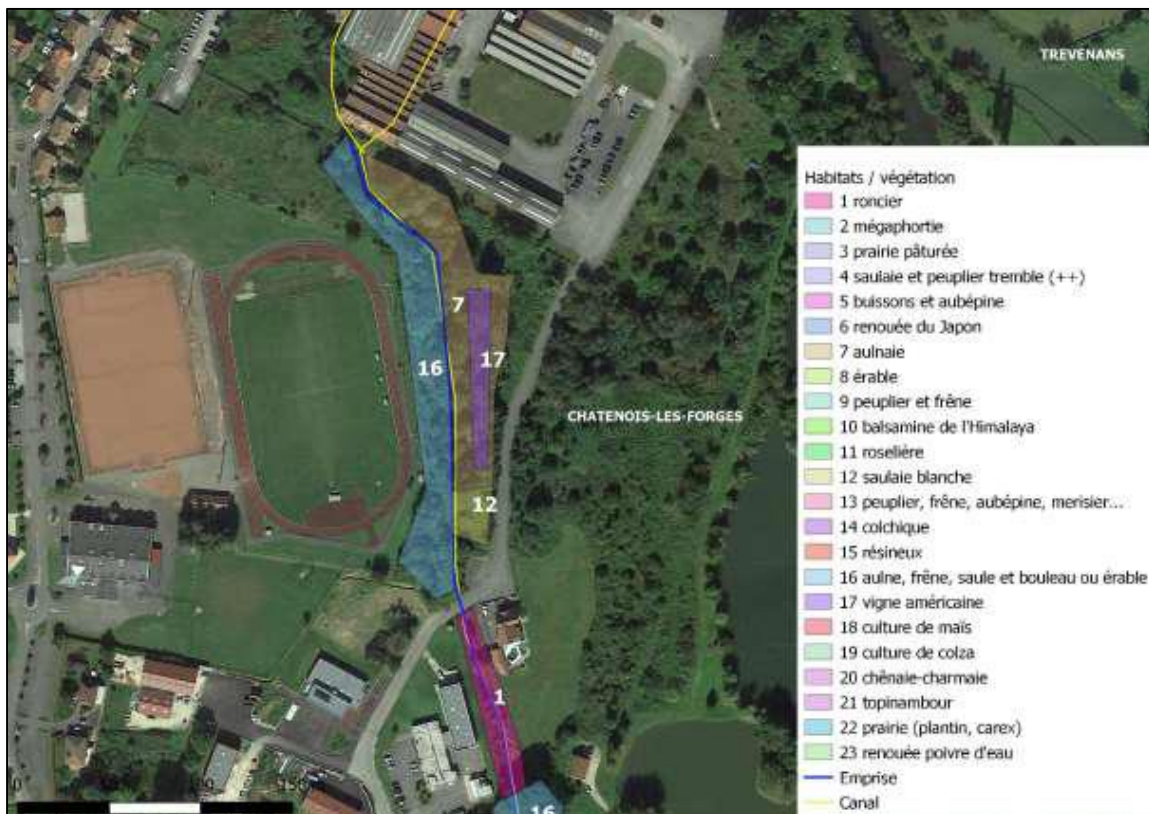


Fig. 40. Cartographie des habitats sur la partie aval du secteur (1/3)

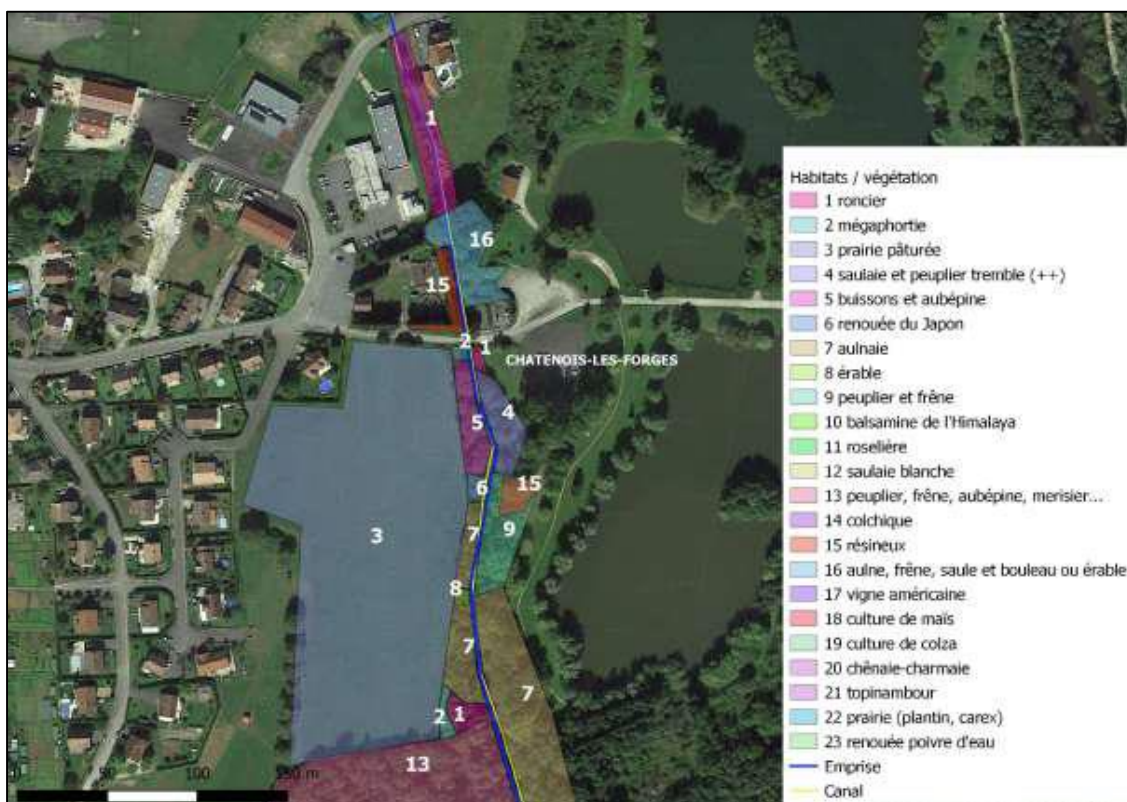


Fig. 41. Cartographie des habitats sur la partie aval du secteur (2/3)

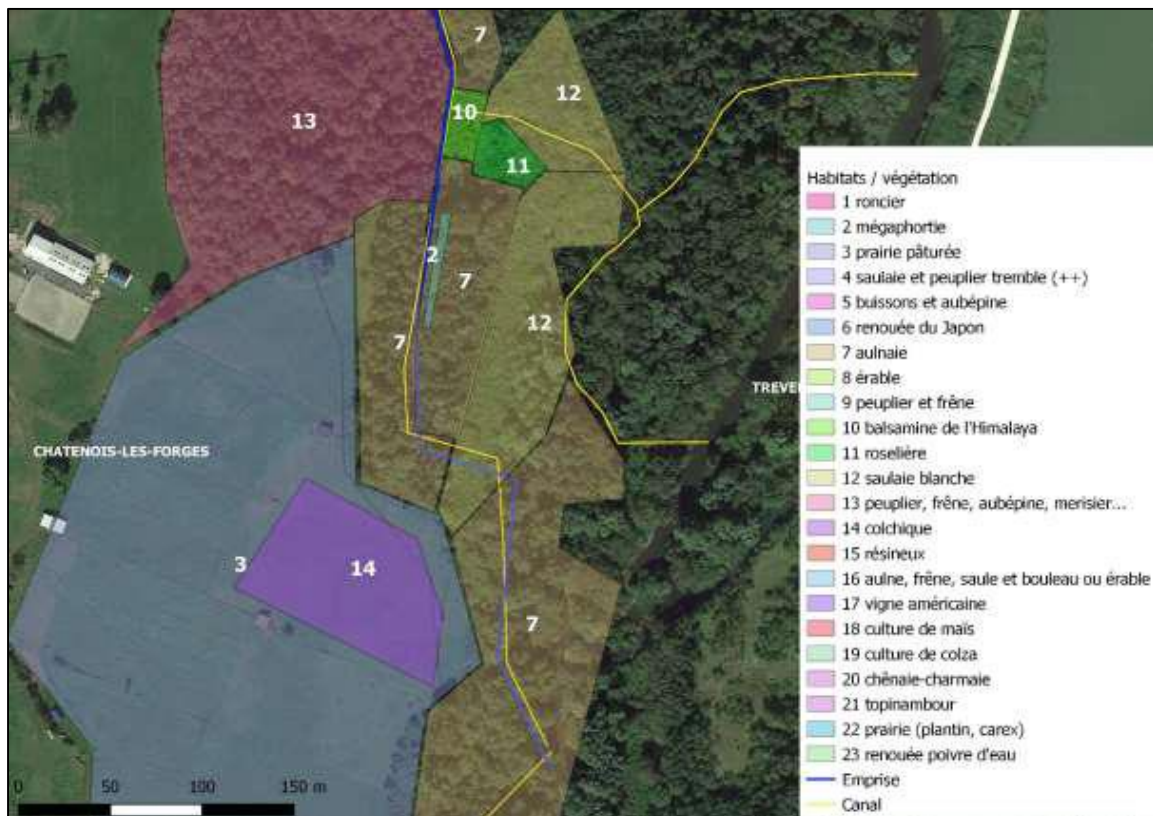


Fig. 42. Cartographie des habitats sur la partie aval du secteur (3/3)

Au total, 23 unités de végétation ont été inventoriées. Neuf d'entre elles sont des habitats potentiellement humides : mégaphorbiaie (2), saulaie et peuplier tremble (4), aulnaie (7), peuplier et frêne (9), roselière(11), saulaie blanche (12), aulne, frêne, saule et bouleau (16), prairie à plantain et carex (22), renouée poivre d'eau (23).

Les secteurs les plus humides se situent :

- Dans la partie amont dans la boucle du canal usinier à l'extrémité nord, rive gauche ;
- A l'aval du secteur, en rive gauche sous la forme de forêts alluviales.

Dans la partie médiane, à hauteur du village de Châtenois-les-Forges, les habitats potentiellement humides sont absents ou se limitent à des ripisylves en bandes étroites.

Des relevés botaniques plus précis conduiraient très probablement à identifier plusieurs habitats d'intérêt communautaire ou déterminant pour une ZNIEFF : saulaie blanche, saulaie arborescente à Saule cassant, aulnaie-frênaie, aulnaie à hautes herbes, mégaphorbiaie. La roselière présente à l'extrémité aval est un habitat qui peut héberger des espèces à haute valeur patrimoniale.

Par ailleurs trois stations de plantes invasives ont été inventoriées, la Renouée du Japon, la Balsamine de l'Himalaya et de la Vigne américaine sont très présentes sur notre secteur.

Les investigations menées permettent donc de mettre en lumière le fait que le canal usinier irrigue des milieux riverains humides potentiellement déterminant ZNIEFF ou d'intérêt communautaire. Aussi, bien que le canal soit d'origine artificielle, il contribue au maintien de zones humides riveraines. Dans le contexte d'une disparition généralisée des zones humides sur le territoire national qui a conduit à leur prise en compte dans la loi sur l'eau, dans le SDAGE, et à travers plusieurs programmes nationaux en faveur des zones humides, il paraît nécessaire de préserver ce secteur.

9. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

9.1.1. La pêche de loisir

L'AAPPMA qui dispose du droit de pêche sur le secteur d'étude est l'AAPPMA de Trevenans qui gère un parcours de seconde catégorie allant de la prise d'eau de l'usine Hendrickson à Châtenois-les-Forges jusqu'à la limite départementale avec le Doubs sur la commune de Nommay.

9.1.2. Enjeux culturels, paysagers et bâti

L'usine Hendrickson est classée au titre du patrimoine industriel de Belfort. Aucun monument historique n'est localisé aux abords du secteur à l'étude, il est par ailleurs intéressant de noter que notre site est inclus au sein d'une zone de présomption de prescription archéologique.

10. SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX

La rivière sur notre secteur a subi d'importantes perturbations anthropiques avec notamment l'installation sur son cours d'ouvrages hydraulique infranchissables pour le peuplement piscicole, figeant le profil en long et provoquant une homogénéisation des faciès.

Sur notre secteur la rivière voit une partie de ses eaux déviées par la prise d'eau de l'usine Hendrickson, bien qu'artificiel le canal usinier présente, sur certains secteur, des faciès plus naturels que ceux observés au sein de la Savoureuse sur le tronçon court-circuité. Aussi en période d'étiage il existe un intérêt à ce que ces secteurs restent alimentés.

Les différents enjeux mis en lumière par ce diagnostic sont les suivants :

- Intérêt écologique du canal usinier, particulièrement sa partie aval ;
- Utilisation des eaux déviées par l'usine Hendrickson pour le refroidissement de leurs installations à prendre en compte ;
- Nécessité de rétablir la continuité piscicole sur l'ouvrage de prise d'eau ;
- Prise en compte du contexte péri-urbain avec la non aggravation du risque d'inondations.

Un autre aspect important soulevé par cet état des lieux est la problématique de la propriété de l'ouvrage, en effet dans l'optique de rétablir la continuité écologique des travaux devront être effectué sur l'ouvrage. Aussi le propriétaire de l'ouvrage devra être déterminé.

SECTION 4 **PISTES D'AMENAGEMENTS**

1. ESTIMATION D'UNE REPARTITION DE DEBIT ADEQUATE

1.1. OBJECTIFS

Au-delà de l'aménagement du seuil de prise d'eau de l'usine Hendrickson, la définition d'une répartition de débit satisfaisante en période d'étiage est un des objectifs principaux de l'étude. Cette répartition devra permettre, dans la mesure du possible, de respecter l'ensemble des enjeux locaux à savoir :

- Le respect des écosystèmes en place dans la Savoureuse et dans le canal usinier en période d'étiage ;
- La prise en compte de l'usage de l'eau pour le refroidissement des installations de production de l'usine ;
- La non aggravation du risque de crue.

1.2. CALCUL DU DEBIT MINIMAL

Au vue des espèces en place et de la morphologie des secteurs à enjeu sur le canal usinier il a été décidé de se fixer **une hauteur d'eau minimale de 20 cm** à conserver au sein de ces secteurs. Cette hauteur permet d'assurer des bonnes conditions de nage pour la faune piscicole mais aussi de garantir une connexion pérenne entre le cours d'eau et ses berges.

Cette hauteur moyenne sur le secteur dépend du débit transitant. La valeur de ce débit a été obtenue grâce à la formule de Manning Strickler explicitée ci-dessous :

$$Q = K_s * S * \left(\frac{S}{P}\right)^{2/3} * \sqrt{i}$$

Avec :

- K_s : coefficient de Strickler ;
- S : surface mouillée ;
- P : périmètre mouillé ;
- i : pente du secteur.

La section type prise pour le calcul du débit est schématisée ci-après :

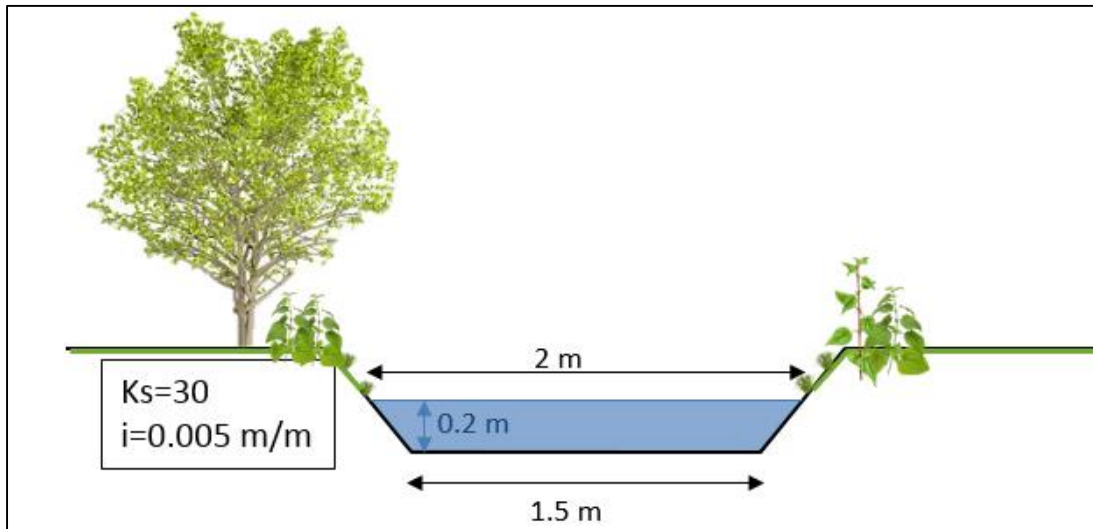


Fig. 43. Section type du canal usinier considérée pour le calcul du débit

La section type correspond aux profils rencontrés à l'aval du canal usinier, les sections amont étant sous l'influence d'ouvrages la hauteur y est donc toujours préservée.



Fig. 44. Profils types à l'aval du canal usinier

En considérant les paramètres présentés précédemment on obtient un débit minimal à conserver compris dans une fourchette allant de 0.15 m³/s à 0.25 m³/s.

1.3. MISE EN PLACE DE LA REPARTITION

Il a été décidé qu'en période d'étiage les écoulements seraient principalement orientés vers le tronçon court-circuité mais qu'une alimentation au sein du canal usinier devrait être maintenue.

Ce choix se justifie notamment par le caractère très connectif du secteur aval du canal mais aussi par les perspectives d'aménagement du seuil de prise d'eau. En effet au vue des usages, l'équipement du seuil avec une passe à poissons nous paraît être, à ce stade, la plus appropriée. Le bon fonctionnement d'une passe dépend essentiellement des débits y transitant il est donc essentiel d'assurer des débits suffisants au sein du tronçon court-circuité de la Savoureuse pour permettre à la passe de rester fonctionnelle.

Pour des débits importants ou du moins plus élevés que 0.7 m³/s (débit de l'étiage quinquennal), la répartition n'est pas problématique puisque les deux débits minimums sont assurés dans les deux bras.

En cas de très fort étiage il ne sera pas possible de respecter le DMB au sein de la Savoureuse et le débit minimal proposé précédemment, aussi il a été décidé de laisser la majorité des écoulements dans la Savoureuse mais de garder à minima le canal usinier en eau.

Schématiquement la répartition devra être de l'ordre de 80% du débit dans le bras naturel de la Savoureuse et 20% dans le canal. A noter que cette situation est très exceptionnelle puisque des débits aussi faibles ne sont atteints généralement qu'une fois tous les cinq ans.

2. RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE

2.1. PRINCIPE

En matière de restauration de la continuité écologique au droit d'un ouvrage hydraulique, les grands principes d'intervention sont classiquement :

Principes	Objectifs	Dans quels cas ?
Non Intervention		
Ne pas intervenir et suivre l'évolution de l'ouvrage		- Impacts négligeables et/ou gain limité - Etat de dégradation avancé
Effacement de l'ouvrage		
Effacement complet	Démanteler la totalité de l'ouvrage	- Aucun usage / Contexte favorable - Aucun risque ni impact négatif dû à l'effacement
Effacement partiel	Supprimer une partie de l'ouvrage <u>Ou</u> Ouverture des vannes	- Contraintes locales - Risque d'évolutions non souhaitées
Equipement de l'ouvrage		
Aménagement d'une partie de l'ouvrage	Passage du poisson et/ou passage des sédiments	Maintien d'un usage et/ou préservation d'un enjeu majeur

Tabl. 8 - Grands principes d'aménagement d'ouvrages hydrauliques pour la restauration de la continuité écologique

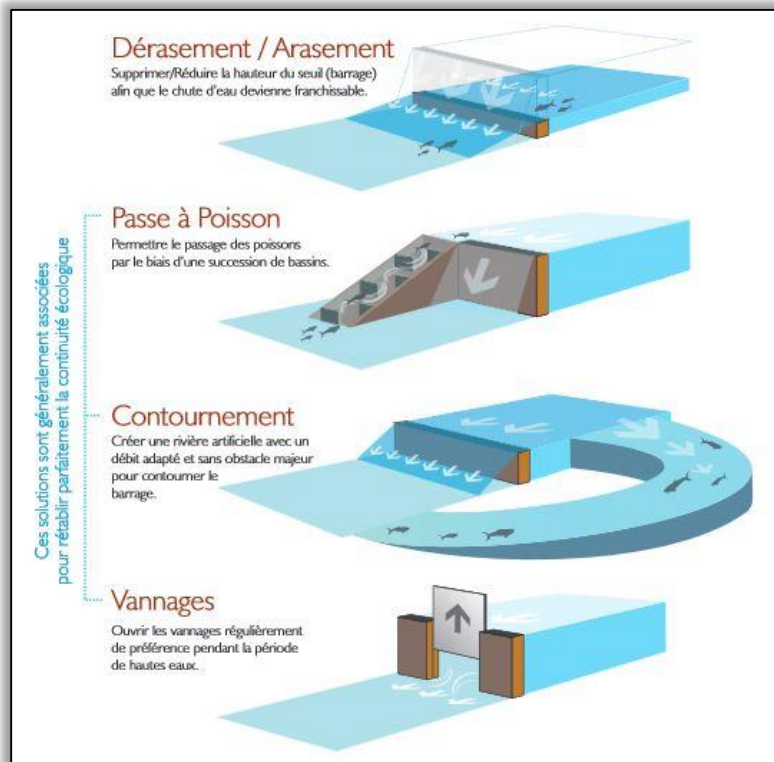


Fig. 45. Schémas des grands principes interventions sur des ouvrages hydrauliques

L'orientation vers tel ou tel principe est fonction des caractéristiques de l'ouvrage, de son état général, de ses impacts, des enjeux associés et de son usage, ainsi que des objectifs définis.

Il peut être décliné en plusieurs variantes, qui sont fonction des attentes, des objectifs et du contexte local. Ainsi, le terme « d'effacement » regroupe plusieurs degrés d'intervention sur l'ouvrage et ne peut se résumer à la suppression drastique de l'ouvrage. Théoriquement, les solutions d'effacement sont les suivantes :

Scenarii	Objectif	Dans quel cas ?
Non-intervention	Laisser évoluer l'ouvrage	- Impacts négligeables et/ou gain limité - Etat de dégradation avancé
Dérasement	Effacement complet	Aucun risque ni impact négatif
Arasement	Maintien d'un point dur de fond	Risque d'évolution morphologique non souhaité
Arasement partiel	Abaissement de l'ouvrage ou de parties d'ouvrage	- Contraintes / risques forts - Amélioration franchissabilité piscicole

Tabl. 9 - Différents scenarii d'effacement d'un ouvrage

Rappelons également que, suivant le degré d'effacement et les résultats de l'étude des incidences envisageables, plusieurs mesures d'accompagnement peuvent être mises en œuvre afin d'assurer certains usages, de préserver certains enjeux et de limiter l'apparition de dysfonctionnements.

Lorsque le principe d'effacement (total ou partiel) de l'ouvrage ne peut être mis en œuvre pour des contraintes diverses (usage de l'ouvrage, enjeux riverains importants, impacts socio-économiques et/ou écologiques significatifs, ...), l'aménagement de l'ouvrage en place est envisagé.

Cet aménagement par équipement ou modification doit être étudié en tenant compte de l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage et des composantes de l'hydrosystème qui y sont associées (hydraulique, géomorphologique, écologique, socio-économique). De plus, il devra satisfaire certaines conditions pour garantir la franchissabilité du poisson sur une plage de débits allant classiquement du débit d'étiage (QMNA5 ou VCN10) à 2-3 fois le module.

Les principales solutions d'aménagement d'un ouvrage hydraulique sont les suivantes :

Scenarii	Objectif	Dans quel cas ?
Gestion adaptée des organes mobiles	Ajustement de la manœuvre des ouvrages <i>Avec éventuellement modification des ouvrages</i>	- Ouvrage de faible chute avec organes mobiles - Usage permettant une modulation de débit et de position des ouvrages mobiles
Equipement de l'ouvrage	Création d'un dispositif de franchissement piscicole (et éventuellement de gestion sédimentaire)	- Ouvrage conséquent ou particulier (pas ou peu d'organes mobiles) - Usage permanent ne laissant que peu de marge de manœuvre

Tabl. 10 - Différents scenarii d'équipement d'un ouvrage

2.2. SYNTHÈSE DES OBJECTIFS PROPOSÉS

Les éléments essentiels à retenir du diagnostic de l'ensemble hydraulique de l'usine Hendrickson sont les suivants :

- Un ensemble hydraulique complexe avec des enjeux sur le bras principal comme sur le canal usinier ;
- Un impact certain sur la continuité piscicole à la montaison avec des enjeux piscicoles importants (plusieurs espèces d'intérêt) ;
- Une transparence du seuil de prise d'eau vis-à-vis du transit sédimentaire ;
- Une contrainte importante liée à l'utilisation des eaux déviées par l'usine Hendrickson.

Sur la base de ce diagnostic et des attentes du maître d'ouvrage, l'objectif principal formulé est le rétablissement de la libre circulation piscicole pour l'ensemble du peuplement en place, en ciblant tout particulièrement les espèces d'intérêt patrimonial.

SECTION 5 **SCENARIOS PROPOSES**

La présente section s'attache à décrire différentes solutions pour rétablir la continuité écologique sur la Savoureuse au droit du seuil de prise d'eau de la société Hendrickson. Les différents scénarii proposés sont issus des décisions prises lors de la réunion de phase 1.

Pour rappel cette présentation s'est tenue dans le cadre de la restitution des résultats du diagnostic et de proposition du débit minimal au sein du canal usinier. Après exposé des résultats il a été choisi d'étudier les scénarii d'aménagements suivants :

- Scénario d'effacement, bien que cette solution ne corresponde pas entièrement aux différents enjeux du site elle représente tout de même la solution la plus efficace pour rétablir la continuité écologique ;
- Scénario d'équipement du seuil pour le rendre franchissable grâce à une rampe à macro-rugosités ;
- Une solution rustique et peu coûteuse consistant à aménager des blocs au droit du seuil afin de fragmenter la chute et améliorer la franchissabilité de l'ouvrage ;
- L'aménagement de la partie amont du canal d'amenée et du bief de décharge afin de permettre le passage du poisson. Ce scénario aura deux variantes :
 - La première en considérant que le niveau d'eau actuel dans le canal doit être conservé ;
 - Une seconde en considérant que le prélèvement de l'usine Hendrickson est déplacé et que le niveau donc peut être abaissé.

1. SCENARIO D'EFFACEMENT

L'effacement d'un ouvrage apparaît toujours comme être la solution la plus ambitieuse, il est vrai que cette intervention est la plus efficace en termes de restauration de la continuité écologique.

1.1. PRINCIPE D'AMENAGEMENT

Cette solution consiste à supprimer l'ouvrage de prise d'eau restaurant ainsi la continuité piscicole sur ce tronçon de la Savoureuse pour l'ensemble du cortège d'espèce en place.

Ce principe d'aménagement passe notamment par la destruction de l'ouvrage actuel et le retalutage du fond de la rivière.

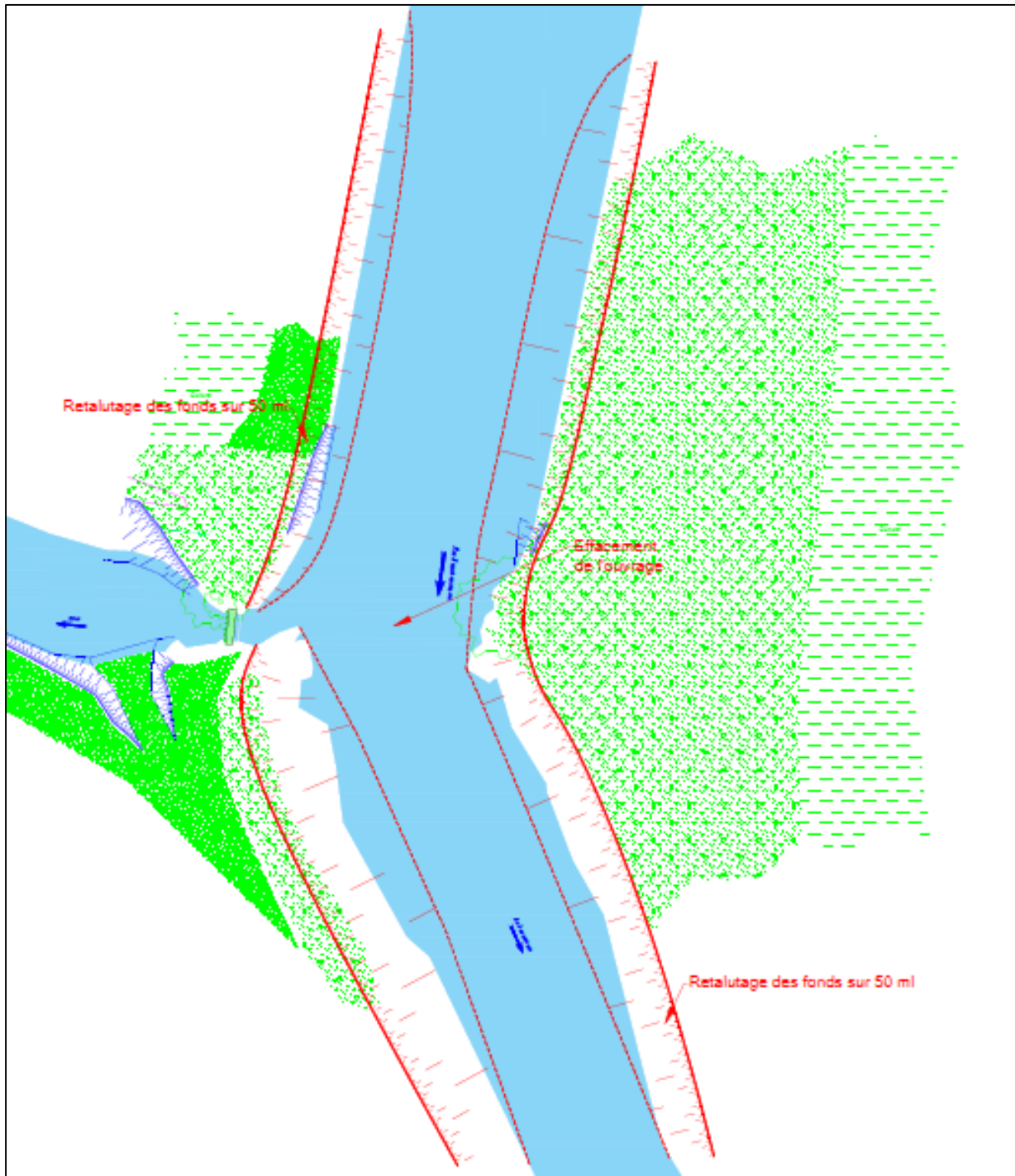


Fig. 46. Illustration de l'effacement de l'ouvrage

Le profil en long de la rivière sur le secteur du seuil sera modifié comme suit :

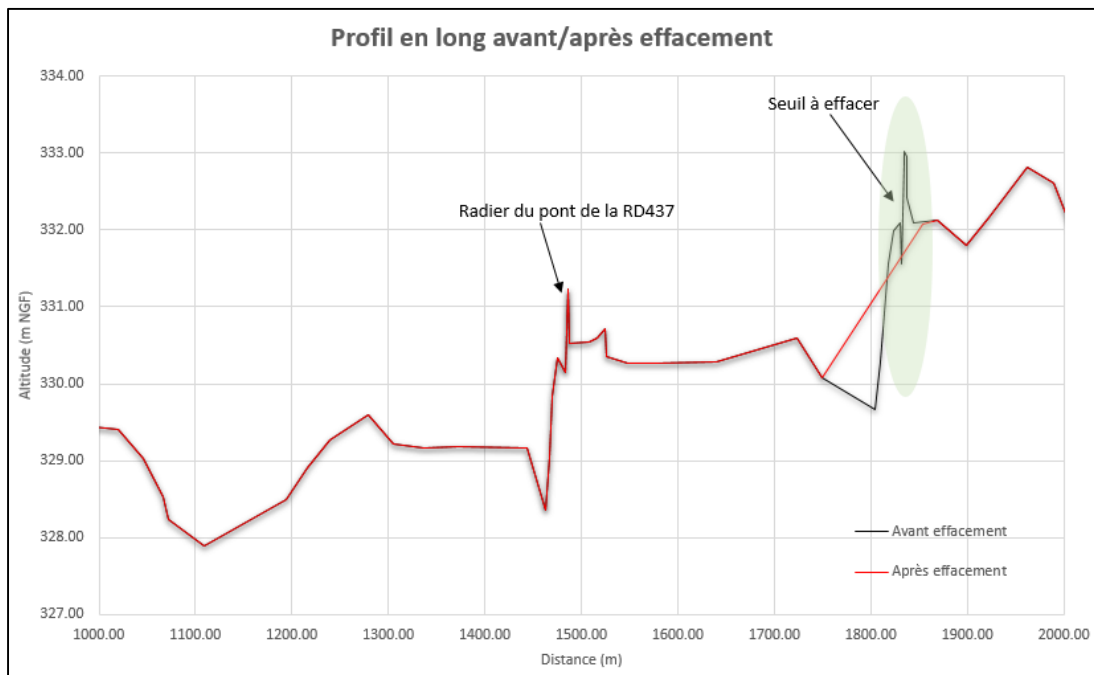


Fig. 47. Profil en long de la Savoureuse avant/après effacement

1.2. EVALUATION DES INCIDENCES

1.2.1. Incidences hydrauliques

L'effacement du seuil aura nécessairement une incidence sur la ligne d'eau en amont de l'ouvrage. Les lignes d'eau avant/après aménagement relatives aux principaux débits caractéristiques (QMNA5, Module, 2*Module, Q2) sont présentées sur les figures suivantes :

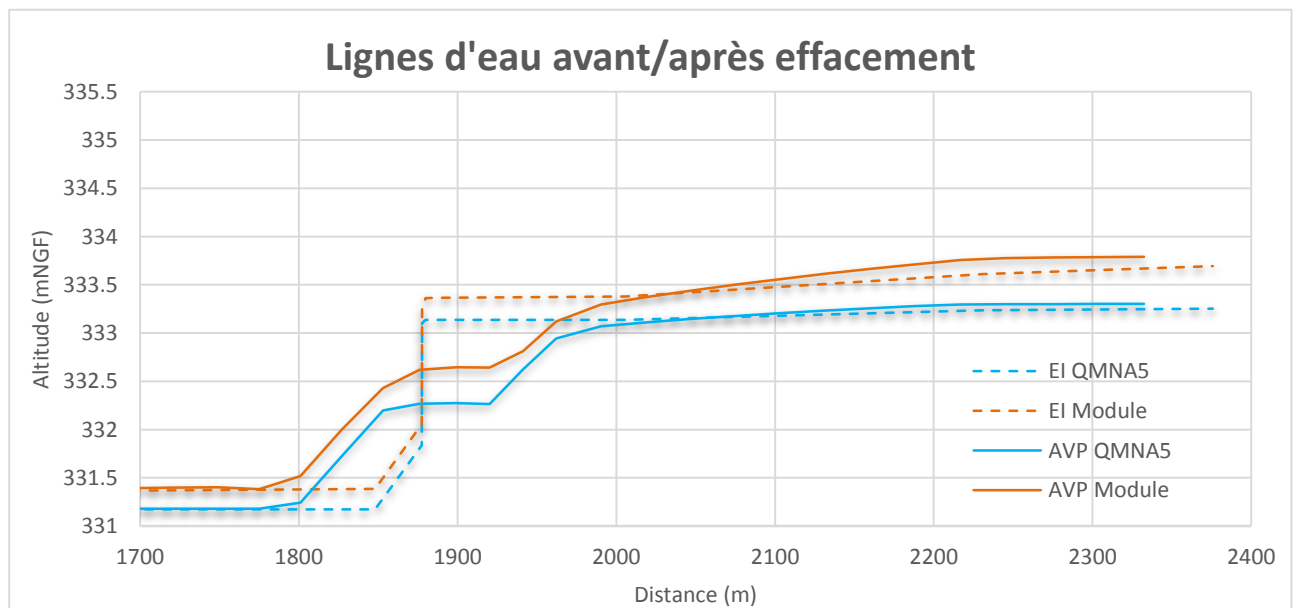


Fig. 48. Impacts sur les lignes d'eau au QMNA5 et au module suite à l'effacement du seuil

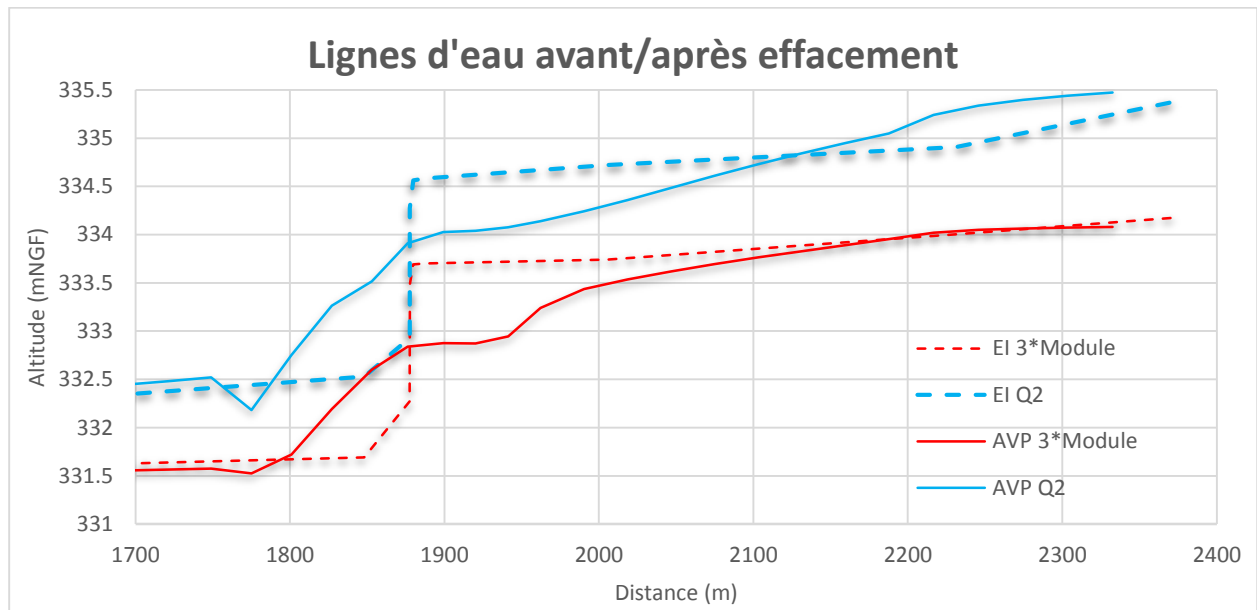


Fig. 49. Impacts sur les lignes d'eau à 3*Module et à la Q2 suite à l'effacement du seuil

Ainsi l'effacement de l'ouvrage provoquera un abaissement de la ligne d'eau amont, cette diminution sera comprise entre 1 m à l'étiage et 60 cm pour des débits de crue, cette diminution s'appliquera sur un linéaire compris entre 130 mètres et 250 mètre dépendamment des conditions hydrauliques.

Par ailleurs pour des débits inférieurs à 3 fois le module la ligne d'eau au droit de la diffuence avec le canal d'aménagé ne sera plus assez élevée pour qu'une alimentation ait lieu.

1.2.2. Incidences morphologiques

L'effacement de l'ouvrage ainsi que le retalutage des fonds aura une incidence sur le profil en long, essentiellement dans la retenue amont. En effet la retenue en amont de l'ouvrage est comblée par des sédiments, ceux-ci seront remobilisés dès l'ouvrage effacé.

Après effacement de l'ouvrage, en l'absence de singularité hydraulique telle que la chute actuellement induite par le seuil, le profil en long de la Savoureuse sur ce tronçon tendra vers un nouvel état d'équilibre, passant par la mobilisation des sédiments de la retenue amont et le comblement de la fosse aval.

La rivière étant fortement rectifiée sur notre secteur, l'effacement pourrait être la cause d'une forte incision sur le secteur, aussi quelques points durs pourront être installés dans le fond pour limiter ce phénomène.

1.2.3. Incidences écologiques

L'effacement de l'ouvrage de prise d'eau de la société Hendrickson permettra une restauration totale de la continuité écologique sur ce tronçon de la Savoureuse. Aucune chute résiduelle ne perdurera après aménagement, permettant la montaison de l'ensemble des espèces piscicoles présentes sur le cours d'eau.

Egalement, en termes de qualité physique et d'habitats aquatiques, le cours d'eau retrouvera des écoulements plus naturels et non influencés par un quelconque ouvrage hydraulique. La

suppression du remous liquide induit par l'ouvrage apportera de nombreux gains en termes d'habitats et de milieux aquatiques, dont notamment :

- Une **plus grande diversité des écoulements**, grâce à la suppression de l'homogénéisation du cours d'eau et au retour à des faciès d'écoulements naturels et diversifiés ;
- La **limitation du phénomène de réchauffement des eaux**, principalement en période estivale.

La suppression de l'ouvrage conduira également au décolmatage de la retenue, permettant ainsi le retour à un substrat plus grossier et de granulométrie étendue caractéristique de ce cours d'eau. Cette diversité du substrat sera ainsi propice aux espèces piscicoles inféodées à cette rivière et conduira à améliorer leurs conditions de vie et d'habitats

Cependant la zone potentiellement humide située en amont du canal d'aménagé ne sera plus alimentée, de même, la partie aval abritant des milieux écologiquement intéressants bien que connectée à la Savoureuse par l'aval serait elle aussi moins alimentée.

1.2.4. Incidence socio-économiques

L'effacement de l'ouvrage sur la Savoureuse implique la déconnexion du canal d'aménagé pour des débits inférieurs à 16 m³/s ceci implique que l'usine Hendrickson ne pourrait plus utiliser les eaux déviées pour le refroidissement de leurs installations.

Une étude a été réalisée à ce titre par le bureau d'étude CORETAC en 2016, celle-ci propose différentes solutions de refroidissement des installations de l'usine, parmi celles-ci certaines envisagent la suppression du prélèvement et l'installation de tours aéro-réfrigérantes fermées. Notons que ces solutions nécessitent cependant un important investissement.

1.2.5. Incidences sur le bâti

L'effacement de l'ouvrage aura comme effet d'abaisser la ligne d'eau à l'amont et de déconnecter le canal d'aménagé, ainsi certaines fondations ou bâti initialement noyées seront exposées à l'air. Aussi, la modification des conditions hydriques pourrait avoir une incidence sur la stabilité du bâti attenant.

En l'absence de données géotechniques à ce jour, il reste difficile d'estimer précisément l'impact de l'effacement du seuil sur le bâti riverain. Dans ce contexte, les incidences d'un tel aménagement sont considérées comme non négligeable.

1.3. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

L'effacement de l'ouvrage de la Savoureuse aura une incidence forte sur la zone de retenue amont, actuellement comblée. La mobilisation des sédiments attendue en amont de l'ouvrage, ainsi que l'abaissement de la ligne d'eau en résultant sera à l'origine d'un approfondissement du lit mineur par rapport à l'état actuel.

En outre, au regard des profils rencontrés à l'aval de l'ouvrage, au sein de la retenue la rivière présente une très légère sur-largeur.

Dans ces conditions des travaux de reprofilage de berges peuvent être envisagés afin de resserrer le lit mineur et redonner ainsi un gabarit cohérent et stable au cours d'eau. Les terrassements seront réalisés en déblais/remblais pour obtenir une largeur en fond de 3 à 4 m, ainsi que des berges de pente maximale 3H/2V.

Par ailleurs il pourrait s'avérer intéressant d'installer des points durs structurant dans le fond afin de limiter l'érosion régressive.

1.4. MODALITES D'ENTRETIEN

L'effacement de l'ouvrage ne supporte aucune contrainte d'entretien.

Mieux, cet aménagement limitera la formation d'embâcles au droit de l'ensemble, ceux-ci pouvant avoir une incidence sur les écoulements en cas de crue.

Un suivi post-travaux pourrait être mise en place pour estimer les gains apportés par l'effacement.

1.5. BESOINS COMPLEMENTAIRES

Dans l'hypothèse où ce scénario est amené à être réalisé certaines données seront nécessaires pour la bonne continuation de l'étude notamment des études géotechniques au sein du bief d'amené et à l'amont de l'ouvrage.

1.6. PROCEDURES REGLEMENTAIRES

Les procédures réglementaires à envisager pour la réalisation de ce scénario sont les suivantes :

- Modification d'ouvrage autorisé ;
- Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'eau, dont les principales rubriques concernées sont les suivantes :
 - Rubrique 3.1.2.0 : Modification du profil en long ou du profil en travers sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m – *Déclaration* ;
 - Rubrique 3.1.5.0 : Destruction de zones de frayères sur une surface de moins de 200 m² – *Déclaration*.

Le délai d'instruction est d'environ 4 mois.

1.7. COUT ESTIMATIF

Le coût estimatif de ce scénario s'élève à 50 000 € HT.

Soulignons que ce prix ne tient pas compte des sujétions de mise en œuvre liées aux investigations géotechniques, non réalisées à ce jour.

Aucune acquisition foncière n'est à prévoir, ni coût supplémentaire associé à un entretien particulier (hormis l'entretien courant des berges du cours d'eau).

1.8. BILAN : AVANTAGES / INCONVENIENTS

Ce principe d'aménagement présente :

- Les avantages suivants :

- Restauration totale de la continuité écologique, et notamment piscicole pour l'ensemble des espèces présentes sur la Savoureuse et durant toute l'année;
- Diminution du risque de débordement en amont ;
- Aucune contrainte d'entretien.
- Les inconvénients et limites suivants :
 - L'usine Hendrickson ne pourra plus utiliser les eaux déviées pour le refroidissement de leurs installations ;
 - La partie amont du canal ne sera plus alimentée, celle-ci abrite une zone potentiellement humide, la partie aval bien que connectée à la Savoureuse sera elle aussi moins alimentée ;
 - Sur le secteur de la prise d'eau l'effacement de l'ouvrage provoquera une déconnexion des berges et une érosion régressive probablement assez importante.

2. SCENARIOS D'AMENAGEMENT

2.1. DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE : RAMPE A MACRORUGOSITES

2.1.1. Principe d'aménagement

2.1.1.1. FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE

Dans une rampe à macrorugosités régulièrement répartis, l'énergie est dissipée par des singularités constituées de blocs isolés plus ou moins régulièrement répartis sur un coursier rugueux. Le raisonnement sous-jacent à la disposition régulière des blocs est l'obtention d'un écoulement pseudo-uniforme dans tout le dispositif sans apparition de singularités hydrauliques marquées (chute locale, ressaut hydraulique trop prononcé, hauteur d'eau insuffisante) susceptibles de constituer des points de blocage à la remontée du poisson. La ligne d'eau est globalement parallèle au coursier. Chaque bloc génère un sillage qui doit pouvoir constituer une zone de repos pour le poisson.

L'existence d'une rugosité de fond importante (petits blocs) permet de diminuer les vitesses d'écoulement à proximité du fond et offre des zones de repos et des repères aux petites espèces rhéophiles, facilitant leur franchissement. Les blocs isolés peuvent être de plusieurs formes : on utilise soit des enrochements naturels, soit des blocs pré-moulés en béton (forme trapézoïdale ou cylindrique).



Fig. 50. Rampe en enrochements naturels sur la Zorn à Steinbourg



Fig. 51. Rampe en enrochements taillés sur le barrage Azans sur le Doubs



Fig. 52. Rampe à macrorugosités régulièrement réparties sur la Loue à Arc-et-Senans (39)

Sur notre secteur l'implantation de la rampe se fera en rive droite sur le même secteur que la vanne de garde du bief afin de faciliter l'entretien du dispositif.

2.1.1.2. TYPE DE BLOCS UTILISES

En fonction du type de blocs utilisés, les caractéristiques géométriques de l'ouvrage sont susceptibles d'être modifiées. En effet, la forme de ces blocs est un paramètre influençant les caractéristiques d'écoulement dans l'ouvrage (débit, puissance dissipée volumique, vitesse...).

Ainsi, les blocs à face arrondie (plots cylindriques) possèdent des caractéristiques hydrodynamiques supérieures à des blocs à face plane (plots trapézoïdaux). Les vitesses d'écoulement, le débit et la puissance dissipée volumique sont donc plus importants dans un ouvrage avec blocs à face arrondie pour les mêmes caractéristiques géométriques générales de la passe (pente, largeur face à l'écoulement, espacement entre les blocs...). En revanche, bien que les retours d'expérience ne montrent pas de différence significative sur la fréquence d'entretien nécessaire, les blocs à face plane auraient tendance à être plus exposés au colmatage par les éléments flottants.

Dans le cas présent et pour l'étude d'avant-projet sommaire de ce scénario, nous considérerons un dimensionnement avec blocs à face arrondies.

2.1.2. Hypothèses de dimensionnement

2.1.2.1. SPECTRE ECOLOGIQUE

Le peuplement piscicole de la Savoureuse a été présenté dans le diagnostic.

Les principales données biologiques d'entrée pour le dimensionnement des dispositifs de franchissement piscicole sont rappelées ci-dessous :

- Espèces cibles : Espèces d'intérêt patrimonial telles que le Barbeau fluviatile, le Spirlin, le Chabot, le Hotu, la Vandoise, ...

A noter que, malgré son statut patrimonial, le Chabot revêt un enjeu de restauration moindre eu égard à ses besoins de déplacement réduits et à ses faibles capacités de franchissement. Aussi, dans un souci de maîtrise des coûts d'aménagement et d'optimisation du rapport coût/gain écologique, cette espèce ne sera pas retenue comme « cibles » pour la suite du dimensionnement.

- Dispositif disposant éventuellement d'une certaine souplesse en termes de contraintes hydrodynamiques de façon à permettre dans la mesure du possible le franchissement de la plus grande partie du cortège d'espèces présentes (« Truite fario », cyprinidés rhéophiles et petits espèces).

La Truite fario ne constitue pas un enjeu majeur pour la présente étude puisque sa présence sur le secteur est assez anecdotique.

2.1.2.2. PLAGES DE FONCTIONNEMENT

Les principales périodes à enjeu de continuité piscicole sont résumées ci-après :

- Pour les espèces cibles : de février-mars à juin ;
- Pour le Brochet : de février, voire novembre pour les premiers déplacements, à avril ;
- Pour la Truite fario : de mi-septembre à fin décembre pour les déplacements migratoires, et jusqu'à fin février pour la période de reproduction.

Espèces présentes	Période de migration											
	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Ablette			■	■	■	■	■	■				
Barbeau fluviatile				■	■	■	■					
Brème				■	■	■	■					
Brochet	■	■	■	■							■	■
Chabot				■	■	■						
Chevaine				■	■	■						
Gardon				■	■	■	■		■	■	■	
Goujon				■	■	■						
Gremille				■	■	■						
Hotu				■	■	■						
Loche franche		■	■	■	■							
Perche				■	■	■			■	■	■	
Spirlin				■	■	■						
Truite de rivière									■	■	■	■
Vairon				■	■	■	■					
Vandoise				■	■	■						

Fig. 53. Périodes de migration des espèces présentes sur le secteur

Le dispositif devra donc être fonctionnel essentiellement de Mars à Juin. La plage de fonctionnement pourra éventuellement être étendue de Septembre à Février, si l'on considère les enjeux moindres de la Truite fario et du Brochet.

2.1.2.3. GEOMETRIE DE L'OUVRAGE

Les caractéristiques déterminant la géométrie d'une rampe à macro-rugosités sont :

- La pente longitudinale de l'ouvrage (l) ;
- La hauteur utile des blocs (k) qui représente la hauteur des blocs située au-dessus du fond moyen ;
- La largeur moyenne des blocs face à l'écoulement (D) ;
- Les espacements transversaux (ay) et longitudinaux (ax) d'axe à axe

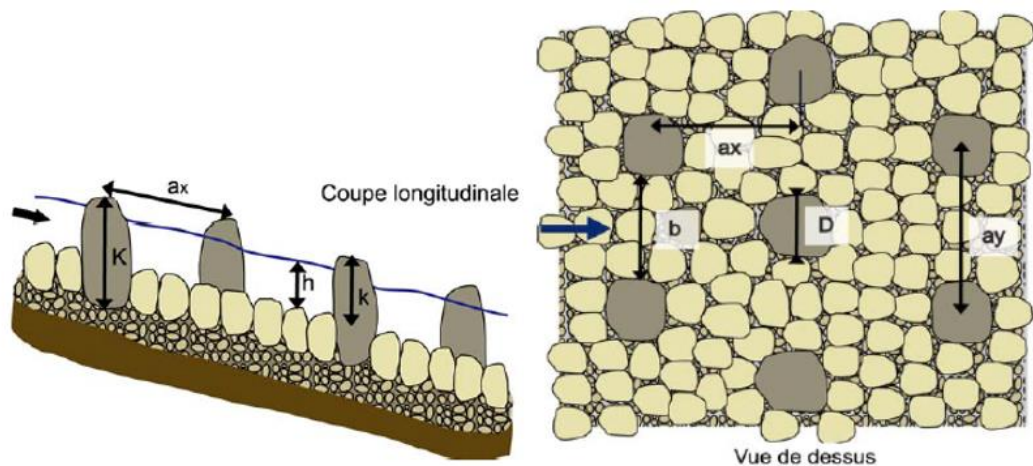


Fig. 54. Schéma d'une disposition régulière des enrochements et notations (Larinier et al., 2006)

Sur notre secteur les critères de dimensionnement sont les suivants :

- Vitesse maximale dans les jets : 0.5 m/s ;
- Hauteur d'eau minimale dans l'ouvrage : 0.2 m ;
- Puissance dissipée maximale 450 W/m³.

La rampe proposée dans le cadre de l'aménagement du seuil permettant l'alimentation en eau de la société Hendrickson est issue d'un compromis entre fonctionnalité optimale de l'ouvrage et coût de réalisation.

Les caractéristiques géométriques de l'ouvrage sont :

- Pente longitudinale de l'ouvrage : 4 % ;
- Largeur moyenne des blocs face à l'écoulement : 0.4m ;
- Espacement entre les blocs : 0.9 m, largeur importante qui limitera le risque de colmatage ;
- Longueur de l'ouvrage : 50m ;
- Largeur de l'ouvrage : 2.5m ;
- Plage de fonctionnement : la rampe sera fonctionnelle pour un débit minimal égal au QMNA5, en considérant que tout le débit passe par la rampe, jusqu'au Q90%.

Le radier de la passe été calé pour qu'en période de très fort étiage la hauteur d'eau ne soit pas inférieure à 20 cm et qu'elle soit idéalement supérieure à 30 cm. Aussi la cote altimétrique du radier de la rampe a été calée 25 cm en dessous du niveau d'eau observée durant l'étiage très sévère de l'été 2018, soit à la côte 332.84 m NGF.

Quelques résultats hydrauliques lié à l'implantation de la rampe sont disponibles ci-dessous :

Tabl. 11 - Fonctionnement de la rampe

Débits de la Savoureuse	QMNA5 0.85 m ³ /s	Module 5.2 m ³ /s	3 x Module 15.6 m ³ /s
Niveau d'eau amont (m NGF)	333.15	333.36	333.61
Submersion des blocs	Non	Non	Non
Débit dans la passe (m ³ /s)	0.39	0.82	1.45
Tirant d'eau (m)	0.31	0.52	0.77
Vitesse maximale dans les jets (m/s)	0.94	1.08	1.20
Puissance volumique dissipée (W/m ³)	170	178	184
Atteinte des 3 critères de tirant d'eau minimal, vitesse maximale et puissance dissipée maximale	Oui	Oui	Oui

Au niveau de l'attrait de l'ouvrage, celui-ci apparaît intéressant lorsque l'on compare le débit unitaire de surverse sur le barrage de prise d'eau au débit unitaire dans la rampe. Ce dernier est supérieur à celui du barrage (en considérant que la brèche centrale est réparée) sur toute la majorité de la plage de fonctionnement souhaitée.

Tabl. 12 - Attrait de la rampe illustré par comparaison du débit unitaire entre la passe et le barrage

Débit total de la Savoureuse (m ³ /s)		Débit amont (m ³ /s)	Débit unitaire passe (m ³ /s/m)	Débit unitaire seuil (m ³ /s/m)
Fréquence	Valeur			
QMNA5	0.85	0.65	0.16	0.02
Module	5.2	4.87	0.33	0.29
3xModule	15.6	14.87	0.58	0.96

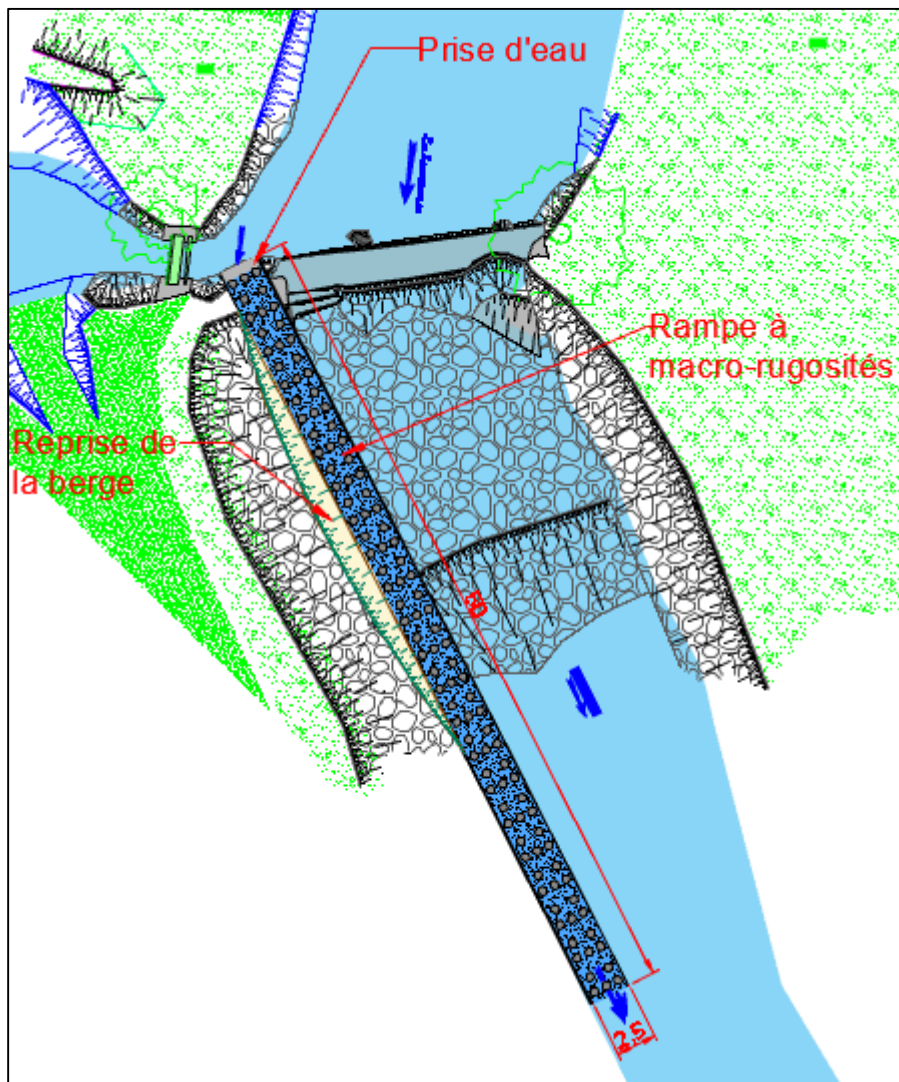


Fig. 55. Illustration de la mise en place d'une rampe sur l'ouvrage de la Savoureuse

Remarque :

Ces caractéristiques géométriques sont des ordres de grandeur et pourront évoluer à la marge au stade Avant-projet détaillé.

2.1.3. Evaluation des incidences

2.1.3.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

L'aménagement d'un ouvrage de franchissement piscicole n'aura qu'un impact négligeable sur la ligne d'eau amont puisque le dispositif sera calé sur le fonctionnement hydraulique actuel du site. En lien avec l'échancrure de l'ouvrage à l'entrée de la rampe une variation de l'ordre de quelques centimètres est attendue. Toutefois, celle-ci ne modifiera en aucun cas le fonctionnement hydraulique actuel du site.

2.1.3.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES

Le dispositif de franchissement piscicole sera calé sur la configuration hydraulique actuelle du site et sur les ouvrages existants. Dans ces conditions, il n'induirait aucune modification du profil en long, ni du profil en travers du cours d'eau.

2.1.3.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES

L'aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole permettra la restauration optimale de la continuité piscicole sur ce tronçon de la Savoureuse.

En termes de qualité physique et d'habitats aquatiques, aucun gain n'est attendu puisque les conditions d'écoulement actuelles seront préservées après aménagement.

2.1.3.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES

L'aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole n'aura aucune incidence sur cette composante en effet le bief de l'usine sera toujours alimenté et le prélèvement pourra toujours être possible.

2.1.4. Modalités d'entretien

Un contrôle visuel régulier (au moins une fois par mois) sera réalisé sur l'ensemble de la passe à poissons, en portant une attention à l'entrée hydraulique du dispositif. Ce contrôle pourra être renforcé après chaque crue significative, ainsi que pendant la période de migration des espèces piscicoles ciblées.

La formation d'embâcles est possible par dérive des flottants de types déchets et débris végétaux. L'obturation de l'entrée par des embâcles est l'une des premières causes de dysfonctionnement des passes à poissons. Dans ce cas, dans le cadre de la surveillance régulière, le propriétaire veillera à retirer les éventuels embâcles en cas de nécessité.

2.1.5. Procédures réglementaires

Les procédures réglementaires à envisager pour la réalisation de ce scénario sont les suivantes :

- Modification d'ouvrage autorisé ;
- Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'eau, dont les principales rubriques concernées sont les suivantes :
 - Rubrique 3.1.2.0 : Modification du profil en long ou du profil en travers sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m – *Déclaration* ;
 - Rubrique 3.1.5.0 : Destruction de zones de frayères sur une surface de moins de 200 m² – *Déclaration*.

Le délai d'instruction est d'environ 4 mois.

2.1.6. Coût estimatif

Le coût estimatif de ce scénario d'aménagement est estimé à 215 000 € HT.

2.1.7. Bilan : Avantages / inconvénients

Ce principe d'aménagement présente :

- Les avantages suivants :
 - Restauration de la continuité écologique, et notamment piscicole pour l'ensemble des espèces présentes sur la Savoureuse sous réserve d'un dispositif fonctionnel et correctement entretenu ;
 - Bief qui reste alimenté
 - Accès aisé depuis la rive droite.
- Les inconvénients et limites suivants :
 - Contraintes techniques ;
 - Surveillance et entretien nécessaire.

2.2. AMENAGEMENT DE L'OUVRAGE AVEC DES BLOCS EN ENROCHEMENTS

2.2.1. Principe d'aménagement

Lors de la réunion de présentation du diagnostic il a été demandé d'étudier une solution rustique et peu coûteuse pour améliorer la continuité écologique.

Aussi nous proposons la mise en place en rive gauche, au droit de la veine principale d'écoulement, de quelques enrochements. Ces aménagements composés de blocs et pieux seront positionnés de sorte à former des bassins successifs. Le positionnement précis sera déterminé à pied d'œuvre. Par ailleurs un pré barrage pourrait être installé afin de fragmenter légèrement la chute. En complément une échancrure pourra être faite sur la crête de l'ouvrage afin de diminuer localement la chute engendrée par l'ouvrage.

Il est par ailleurs important de noter que cet aménagement, contrairement aux autres solutions proposées ne permettra pas le rétablissement de la continuité écologique, il l'améliora puisque la chute de l'ouvrage sera moins importante qu'actuellement mais restera infranchissable pour des faibles débits ou pour des espèces ne disposant pas de capacités de saut importantes.

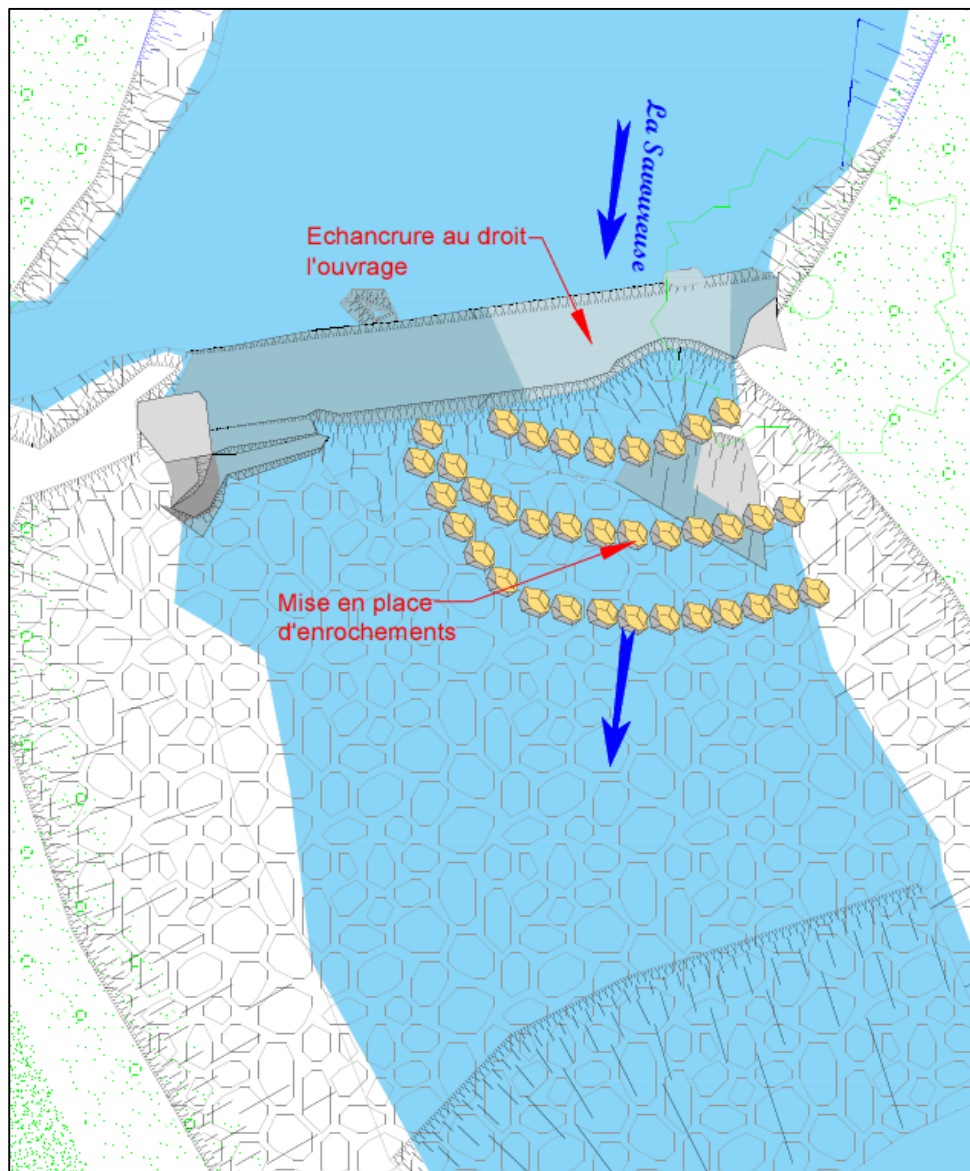


Fig. 56. Illustration de la mise en place de blocs en enrochements

2.2.2. Evaluation des incidences

2.2.2.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

Ce scénario n'aura quasiment pas d'impact sur la ligne d'eau. Il est cependant possible que lors des étiages la présence de l'échancrure provoque une très légère baisse de la ligne d'eau mais celle-ci sera calée de sorte à ce que l'alimentation du bief de l'usine ne soit pas compromise.

2.2.2.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES

Aucune incidence morphologique ne sera attendue suite à cet aménagement.

2.2.2.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES

L'aménagement provoquera une amélioration de la franchissabilité de l'ouvrage cependant la chute engendrée par l'ouvrage, bien qu'aménagée sera toujours présente et infranchissable pour certaines espèces.

2.2.2.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES

Ce scénario n'a aucune incidence socio-économique.

2.2.3. Modalités d'entretien

L'aménagement est susceptible d'évoluer au gré des crues et sa fonctionnalité pourrait ainsi être diminuée, en effet les blocs sont amenés à bouger pour des débits exceptionnels. Aussi le dispositif nécessite un suivi régulier ainsi que de l'entretien particulièrement après une période de crues.

2.2.4. Procédures réglementaires

Les procédures réglementaires à envisager pour la réalisation de ce scénario sont les suivantes :

- Modification d'ouvrage autorisé ;
- Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'eau, dont les principales rubriques concernées sont les suivantes :
 - Rubrique 3.1.2.0 : Modification du profil en long ou du profil en travers sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m – *Déclaration* ;
 - Rubrique 3.1.5.0 : Destruction de zones de frayères sur une surface de moins de 200 m² – *Déclaration*.

Le délai d'instruction est d'environ 4 mois

2.2.5. Coût estimatif

Le coût estimatif de ce scénario est estimé à 20 000 € HT

2.2.6. Bilan : Avantages/ inconvénients

Ce principe d'aménagement présente :

- Les avantages suivants :
 - Amélioration de la continuité écologique sur ce tronçon de la Savoureuse ;
 - Bief d'aménagé qui restera alimenté ;
 - Facilité de mise en œuvre et d'entretien de la solution ;
 - Coût peu important ;
- Les inconvénients et limites suivants :
 - Restauration que partielle de la continuité.

3. CONTOURNEMENT DE L'OUVRAGE PAR LE CANAL D'AMENE

Le contournement de l'ouvrage par le bief de l'usine a été étudié, deux variantes seront étudiées :

- La première en considérant que le niveau d'eau doit être maintenu dans le bief afin de permettre l'usage de l'eau par l'usine Hendrickson ;
- La seconde en partant de l'hypothèse que l'usine Hendrickson ne pompe plus les eaux du bief et que le niveau d'eau peut être diminué.

L'intérêt de l'aménagement est de reconquérir un tronçon naturel de la Savoureuse ainsi que de contourner l'ouvrage de prise d'eau mais aussi le radier de la route D437.

3.1. CONTOURNEMENT AVEC MAINTIEN DU NIVEAU D'EAU

3.1.1. Principe de l'aménagement

Ce scénario consiste à mettre en place une passe à poissons au droit du bras de décharge pour permettre le franchissement du poisson. Le principe de l'aménagement est schématisé ci-dessous :

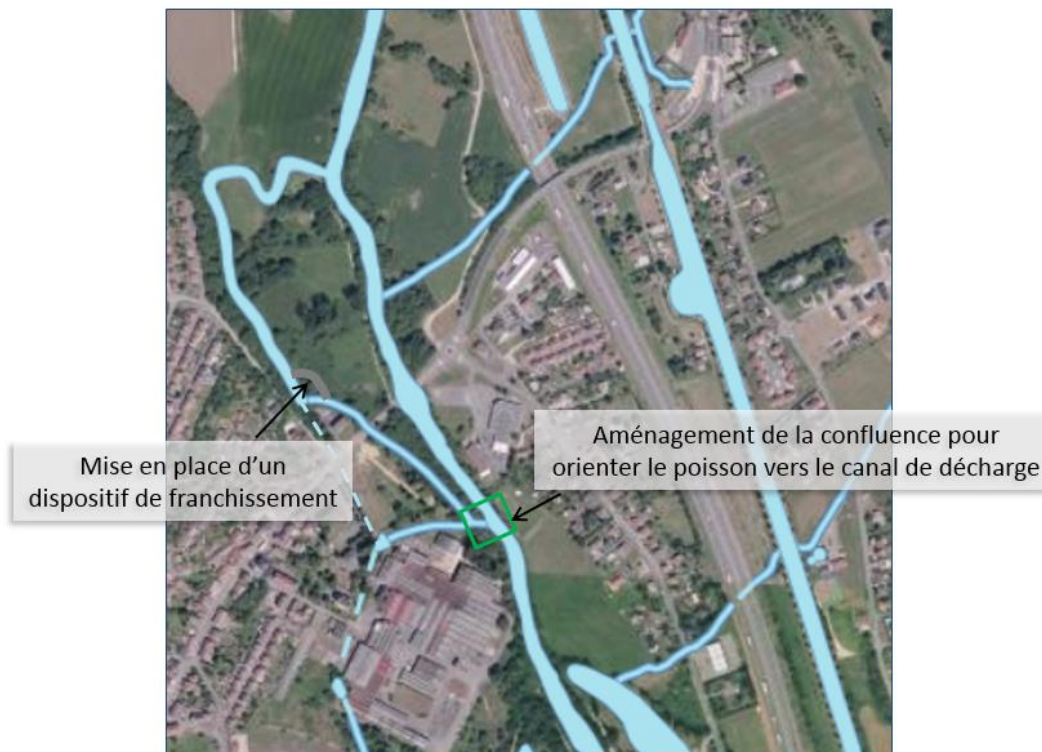


Fig. 57. Principe d'aménagement du bras de contournement

Il est nécessaire de mettre un dispositif de franchissement au droit du bief d'aménagé puisque dans l'hypothèse où le niveau d'eau est maintenue dans le bief une chute de 1.5 m est présente au droit du vannage de décharge.

Le choix du type de dispositif de franchissement piscicole doit tenir compte de l'emprise disponible pour l'implantation de l'ouvrage. En particulier, la hauteur de chute étant ici élevée (de l'ordre de 1.50 m), le dispositif aura un linéaire projeté également important.

Ainsi, seule la passe à bassins successifs s'intègre sur le secteur, les autres dispositifs envisageables possédant des longueurs trop élevées (plus de 100 m pour une rivière de contournement ; plus de 40 m pour une rampe en enrochements). Ce type d'ouvrage présente l'avantage d'être relativement compact et facile d'implantation, malgré une hauteur de chute à rattraper conséquente.

Le scénario d'aménagement retenu sera donc l'installation d'une passe à bassins successifs en béton armé en rive gauche du bief de décharge.



Fig. 58. Exemple de passe à bassins successifs à double fente (Mirebeau-sur-Bèze, MOE ARTELIA 2016)

3.1.2. Principe de fonctionnement de la passe

Le principe de la passe à bassins successifs consiste à diviser la dénivellation à franchir en plusieurs petites chutes qui déterminent une série de bassins.

Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre peut s'effectuer par une ou plusieurs fentes ou échancrures, par un ou divers orifices, par déversement de surface, ou par diverses combinaisons des solutions précédentes.

Les principaux paramètres d'une passe à bassins sont :

- Les dimensions des bassins ;
- Les caractéristiques géométriques des dispositifs assurant le passage de l'eau au niveau des cloisons (dimensions et altitudes des fentes, échancrures, orifices ou déversoirs).

Ces caractéristiques géométriques déterminent, en fonction des cotes des niveaux d'eau à l'amont et à l'aval de l'ouvrage, le comportement hydraulique de la passe, c'est-à-dire son débit, la différence de niveau d'un bassin à l'autre ainsi que la configuration de l'écoulement dans les bassins.

Les passes pouvant permettre le franchissement « toutes espèces » sont obligatoirement à jet de surface, c'est-à-dire où le poisson passe d'un bassin à l'autre en nageant. Ce type de jet est déterminé par le rapport des charges aval et amont qui doit être supérieur à 0,60.

Les passes à fentes verticales sont fréquemment mises en œuvre. Celles-ci permettent généralement d'assurer la formation d'un jet de surface (c'est-à-dire où le poisson passe d'un bassin à l'autre en nageant), et de maintenir un débit d'alimentation du dispositif relativement constant, assurant ainsi une meilleure stabilité du fonctionnement de l'ouvrage.

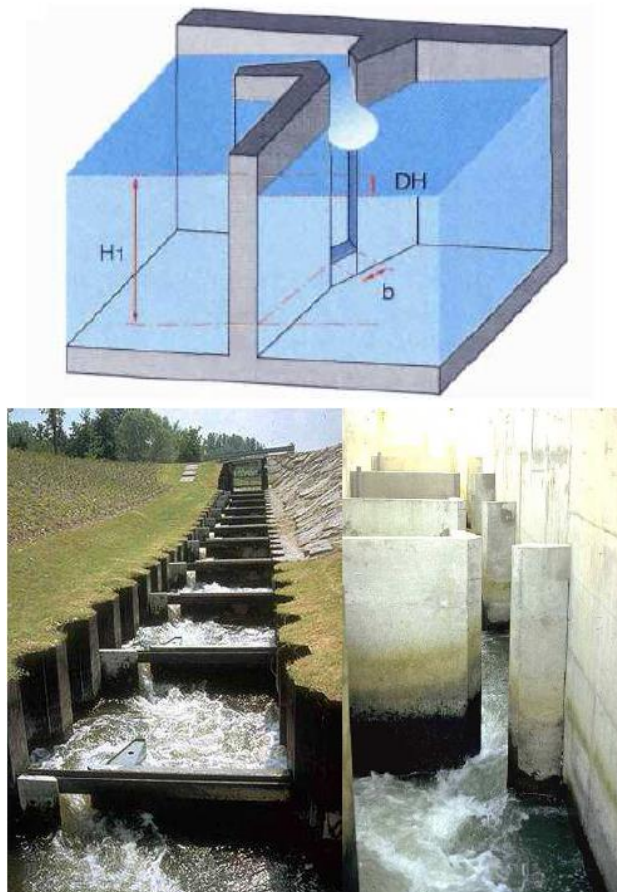


Fig. 59. Principe de la passe à bassins successifs à simple fente

3.1.3. Hypothèses de dimensionnement

3.1.3.1. SPECTRE ECOLOGIQUE

De même que pour le scénario de mise en place d'une rampe au droit de l'ouvrage de prise d'eau, nous ciblons principalement les espèces d'intérêt patrimonial telles que le Barbeau fluviatile, le Spirlin, le Chabot, le Hotu, la Vandoise,...

Le fonctionnement d'une passe à bassins successifs dépend de plusieurs critères qui permettent d'évaluer la fonctionnalité piscicole de l'ouvrage en fonction de la période hydrologique considérée. Il s'agit :

- De la charge dans les fentes, qui doit être suffisante afin de permettre le passage du poisson ;
- De la hauteur de chute entre les bassins, en fonction des espèces à faire franchir ;
- Du type de jet, plongeant ou de surface, en fonction des espèces à faire franchir ;

- Du tirant d'eau dans les bassins, qui doit être supérieur à 2 fois la hauteur de chute entre bassins ;
- De la puissance volumique dissipée dans les bassins, généralement comprise entre 100-150 W/m³ pour les petites espèces, et 200-250 W/m³ pour les espèces de plus grandes tailles (grands cyprinidés, Truite fario).

Tenant compte du peuplement piscicole ciblé, les hypothèses de dimensionnement de la passe seraient les suivantes :

- Mode d'écoulement obligatoirement à « jet de surface » ;
- Chute maximale entre bassins : 20 cm ;
- Tirant d'eau minimal dans les fentes : 30 cm ;
- Puissance volumique dissipée maximale : 150 W/m³.

Avec une hauteur de chute maximale à aménager de 1.5 m, le dispositif de franchissement piscicole comprendra

- 8 cloisons munies d'une fente simple, de largeur 40 cm ;
- 7 bassins de largeur 1.5 m de longueur 2 m et de profondeur minimale 50 cm ;
- Débit d'alimentation de la passe : 0.5 m³/s au module.

Le dispositif aura une emprise totale de près de 16 m de longueur, pour une largeur d'environ 2.00 m. Cette solution présente l'avantage d'être compacte, avec une surface aménagée au sol maîtrisée. Au vue du contexte du secteur il a été prévu d'implanter le dispositif en rive gauche du bief de décharge.

Notons que le dimensionnement de la passe s'est basé sur le fonctionnement actuel de la vanne de décharge, c'est-à-dire en considérant le vannage constamment fermé sauf pour des débits de crues exceptionnels.

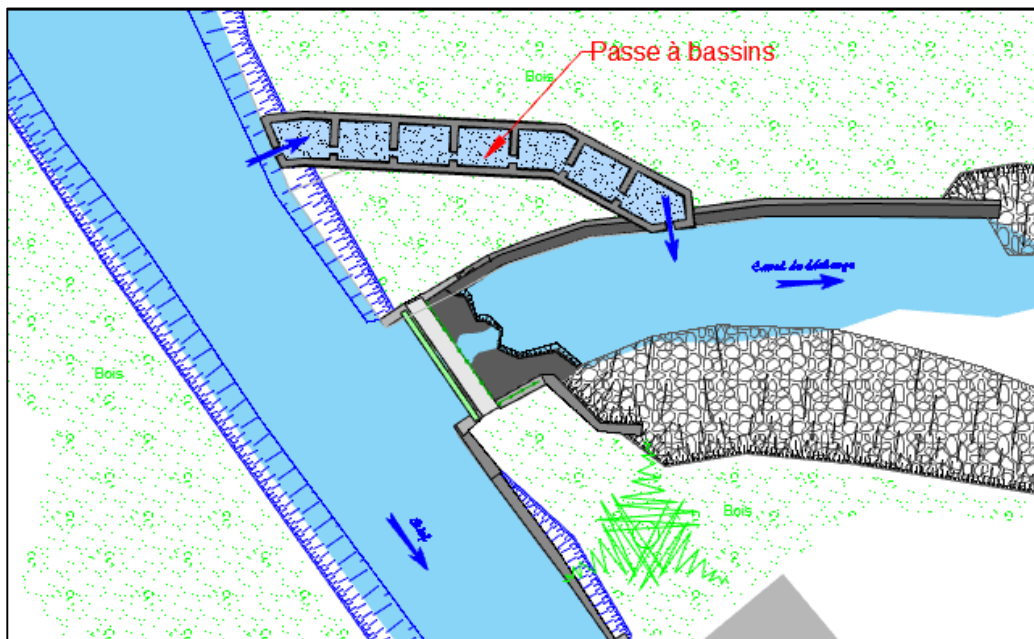


Fig. 60. Illustration de la mise en place d'une passe à bassins au droit du canal de décharge

Remarque :

Ces caractéristiques géométriques sont des ordres de grandeur et pourront évoluer à la marge au stade suivant de l'étude.

3.1.4. Attractivité du dispositif

Afin d'obtenir une fonctionnalité optimale de la passe à poissons, il convient de gérer l'attractivité piscicole de l'ouvrage, c'est-à-dire d'assurer sa visibilité pour le poisson à la montaison.

Sur notre secteur d'étude, lorsque les espèces piscicoles remontent la Savoureuse, elles privilégient le bras où les débits les plus importants transitent. Aussi, bien que la mise en place du dispositif induira une augmentation des débits transitant dans le bras de décharge, la majorité du débit continuera à transiter dans le bras principal.

Ainsi, la mise d'épis en enrochements dans le bras de la passe à poissons permettrait de resserrer le lit mineur au droit de la diffluence, et d'augmenter ainsi le flux dans ce bras (m/s/m²), paramètre favorable à un meilleur attrait piscicole.

3.1.5. Evaluation des incidences

3.1.5.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

L'aménagement a été dimensionné afin de ne pas modifier la ligne d'eau sur le secteur, cependant il induit une modification de la répartition de débits entre le bras de la Savoureuse et le canal d'aménagé. De même afin de maintenir les niveaux d'eau il est prévu de jouer légèrement sur l'ouverture de la vanne au sein de l'usine Hendrickson.

Les nouvelles caractéristiques liées à l'aménagement sont données ci-dessous :

Occurrence	Débit	Débit dans le TCC (m3/s)	Débit dans le bief d'aménagé (m3/s)	Débit dans la passe (m3/s)	Ouverture de la vanne de l'usine (m)	Ouverture vanne de garde (m)
	Valeur (m3/s)					
QMNA5	0.85	0.21	0.64	0.21	0.1	0.65
Module	5.2	3.98	1.22	0.5	0.17	0.65
3*Module	15.6	13.19	2.41	0.6	0.45	0.65

3.1.5.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES

Ce scénario n'aura aucun effet sur le fonctionnement morfo-sédimentaire de la rivière.

3.1.5.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES

La passe à poissons permettra le franchissement piscicole pour les espèces identifiées à la montaison. Notons tout de même le fait que la passe ne sera pas implantée sur le bras principal limitant donc l'attractivité du dispositif.

Par ailleurs il est intéressant de noter qu'en plus de contourner le seuil de prise d'eau ce passage contourne aussi le radier du pont de la RD437.

3.1.5.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES

Ce scénario n'a aucun effet sur le plan socio-économique puisqu'il permet à l'usine Hendrickson de conserver son alimentation en eau par le bief.

3.1.6. Procédures réglementaires

Les procédures réglementaires à envisager pour la réalisation de ce scénario sont les suivantes :

- Modification d'ouvrage autorisé ;
- Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'eau, dont les principales rubriques concernées sont les suivantes :
 - Rubrique 3.1.2.0 : Modification du profil en long ou du profil en travers sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m – *Déclaration* ;
 - Rubrique 3.1.5.0 : Destruction de zones de frayères sur une surface de moins de 200 m² – *Déclaration*.

Le délai d'instruction est d'environ 4 mois.

3.1.7. Modalités d'entretien

Un contrôle visuel régulier (au moins une fois par mois) sera réalisé sur l'ensemble de la passe à poissons, en portant une attention à l'entrée hydraulique du dispositif. Ce contrôle pourra être renforcé après chaque crue significative, ainsi que pendant la période de migration des espèces piscicoles ciblées.

La formation d'embâcles est possible par dérive des flottants de types déchets et débris végétaux. L'obturation de l'entrée par des embâcles est l'une des premières causes de dysfonctionnement des passes à poissons. Dans ce cas, dans le cadre de la surveillance régulière, le propriétaire veillera à retirer les éventuels embâcles en cas de nécessité.

3.1.8. Coût estimatif

Le coût estimatif de ce scénario est estimé à 115 000 € HT.

3.1.9. Bilan : Avantages / inconvénients

Ce principe d'aménagement présente :

- Les avantages suivants :

- Amélioration de la continuité écologique sur ce tronçon de la Savoureuse ;
- Contournement de deux ouvrages représentant des obstacles à la continuité (seuil de prise d'eau + radier du pont) ;
- Bief d'améné qui restera alimenté ;
- Les inconvénients et limites suivants :
 - Nécessité d'entretien ;
 - Manque d'attractivité de l'aménagement par rapport au bras principal.

3.2. CONTOURNEMENT AVEC ABAISSEMENT DU NIVEAU D'EAU

3.2.1. Principe de l'aménagement

Dans le cadre de ce scénario on considère que le refroidissement des installations de l'usine Hendrickson ne se fait plus grâce à l'eau déviée par le canal d'améné et qu'ainsi le niveau d'eau dans le bief n'a pas besoin d'être maintenu. La circulation piscicole se ferait donc, de même que pour le scénario précédent, par le bras de décharge la seule différence étant qu'aucun dispositif de franchissement n'est nécessaire puisque les vannes de décharge seront maintenues ouvertes.

Le principe d'aménagement est schématisé ci-dessous.

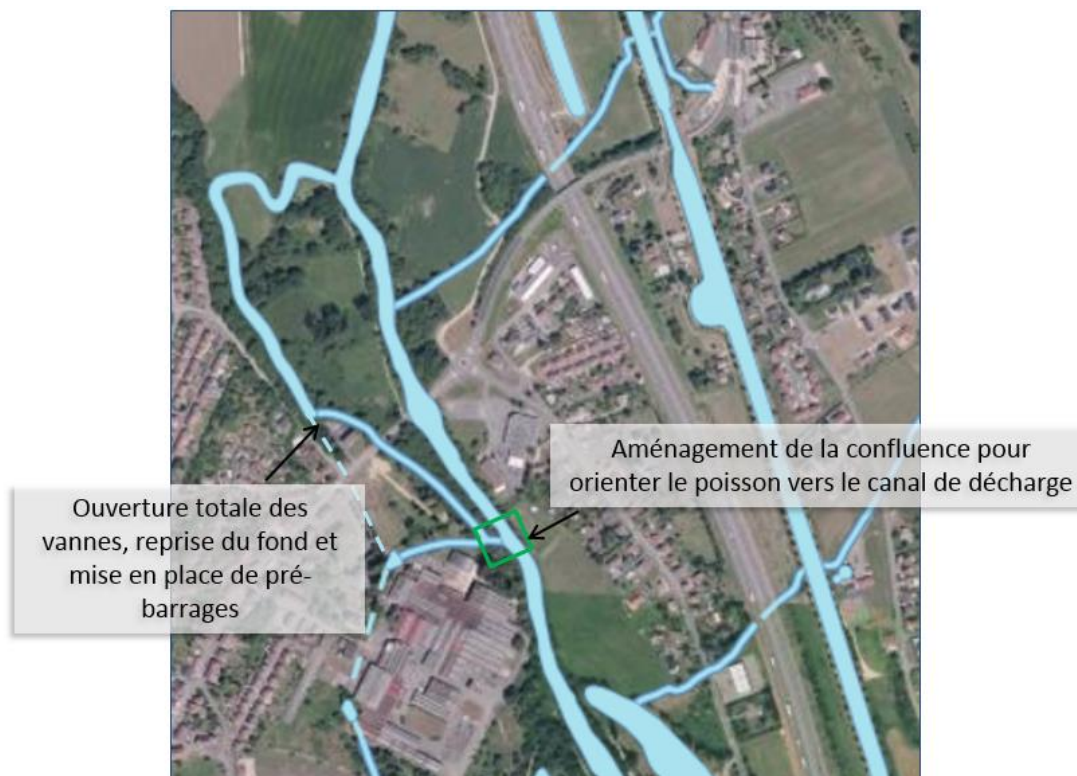


Fig. 61. Principe d'aménagement du bras de contournement

Le vannage étant totalement ouverte la chute au droit de la diffluence entre le bief de l'usine et le bras de décharge est assez peu importante puisque inférieure à 50 cm. Aussi nous proposons une reprise des fonds sur 20 m pour combler la fosse actuelle à l'aval de l'ouvrage et la mise en place de 3 pré-barrages dans le lit de la rivière pour fragmenter la chute résiduelle et la rendre franchissable.

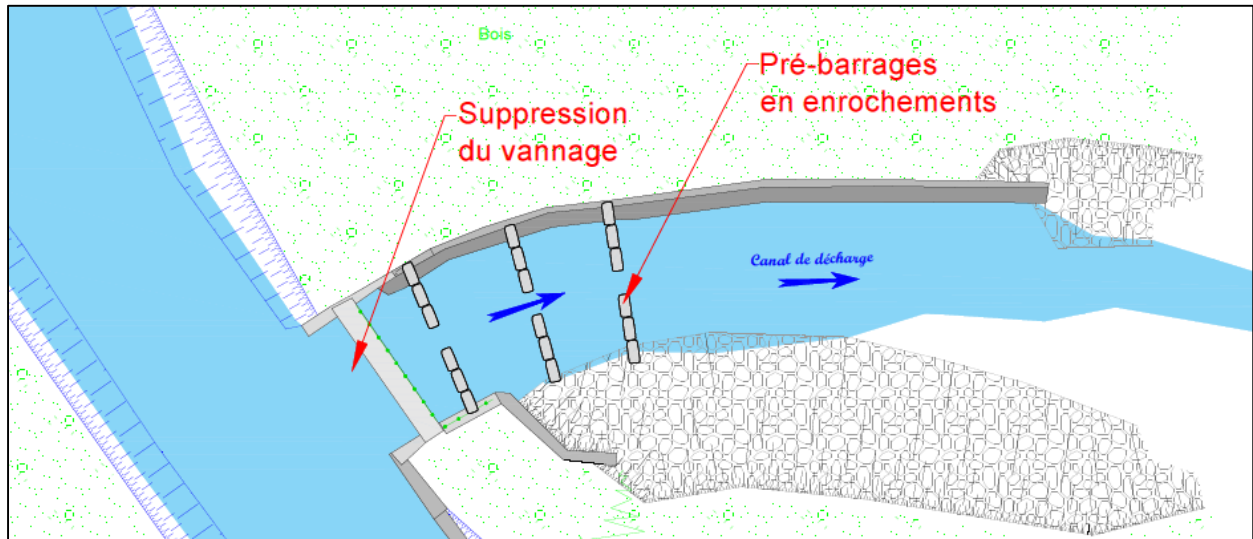


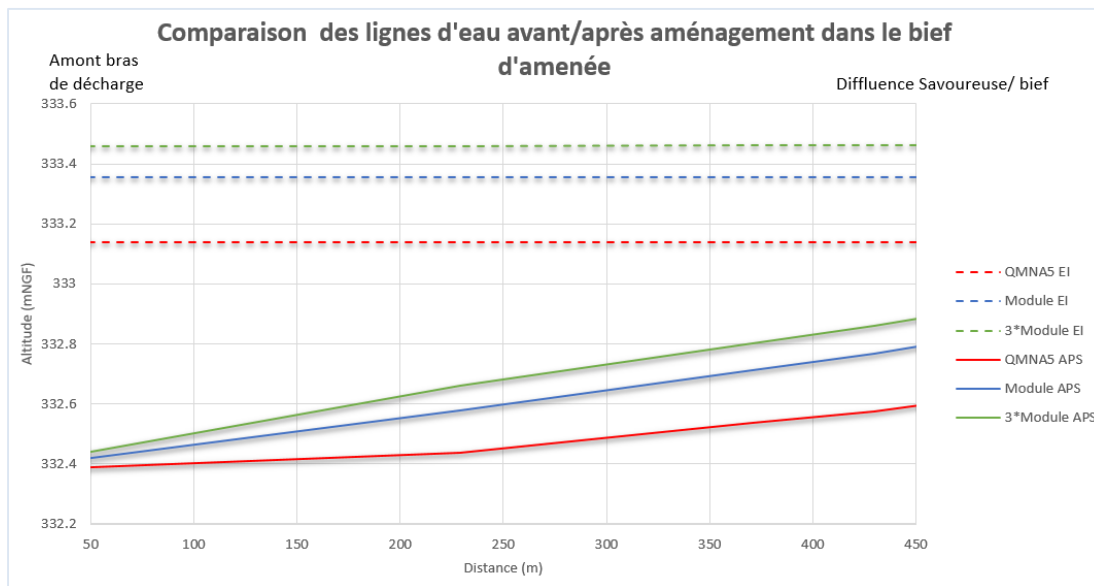
Fig. 62. Illustration de la mise en place de pré-barrages dans le canal de décharge

De même que pour le scénario précédent la problématique de l'attractivité du bras de décharge devra être traitée en implantant éventuellement des épis en enrochements dans le bras de décharge pour resserrer le lit mineur.

3.2.2. Evaluation des incidences

3.2.2.1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

L'aménagement provoquera une baisse importante des niveaux d'eau dans le bief puisque plus aucune vanne ne maintiendra le niveau. Les lignes d'eau avant/ après aménagement sont visibles ci-dessous :



Cette abaissement de la ligne d'eau s'accompagnera d'une nouvelle répartition des débits entre le bras de la Savoureuse et le canal usinier.

Débit total		Débit TCC (m3/s)	Débit bief (m3/s)
Occurrence	Valeur (m3/s)		
QMNA5	0.85	0.18	0.67
Module	5.2	3.65	1.55
3*Module	15.6	11.79	3.81

Cet aménagement induit que la partie aval du canal n'est plus alimentée, l'intégralité du débit dévié transitera au sein du bras de décharge, en complément, en étiage, la majorité des débits sera déviée vers le canal usinier.

3.2.2.2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES

Ce scénario n'aura pas d'incidences morphologiques sur le secteur.

3.2.2.3. INCIDENCES ECOLOGIQUES

La passe à poissons permettra le franchissement piscicole pour les espèces identifiées à la montaison. Notons tout de même, que comme pour le scénario précédent, le bras de montaison ne sera pas le bras principal limitant donc l'attractivité du dispositif.

Par ailleurs il est intéressant de noter qu'en plus de contourner le seuil de prise d'eau ce passage contourne aussi le radier du pont de la RD437.

Enfin, de même que pour le scénario d'effacement, la mise en place de cet aménagement impliquera la perte de l'alimentation des zones naturelles d'intérêt à l'aval de l'usine.

3.2.2.4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUE

L'abaissement de la ligne d'eau engendré par l'aménagement pourrait avoir d'importantes conséquences. Celles-ci sont comparables avec celles provoquées par un effacement de

l'ouvrage. Aussi dans l'hypothèse où ce scénario est choisi d'importantes investigations géotechniques sont à prévoir.

Egalement, au vu de l'élévation de la vanne de l'usine Hendrickson (radier vanne à l'amont de la crépine de prise d'eau à 332.37 m NGF / radier vanne de décharge 331.94 m NGF) l'alimentation en eau de l'usine ne sera plus possible.

3.2.3. Procédures réglementaires

Les procédures réglementaires à envisager pour la réalisation de ce scénario sont les suivantes :

- Modification d'ouvrage autorisé ;
- Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'eau, dont les principales rubriques concernées sont les suivantes :
 - Rubrique 3.1.2.0 : Modification du profil en long ou du profil en travers sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m – *Déclaration* ;
 - Rubrique 3.1.5.0 : Destruction de zones de frayères sur une surface de moins de 200 m² – *Déclaration*.

Le délai d'instruction est d'environ 4 mois.

3.2.4. Coût estimatif

Le coût estimatif de ce scénario s'élève à 40 000 € HT.

Soulignons que ce prix ne tient pas compte des sujétions de mise en œuvre liées aux investigations géotechniques, non réalisées à ce jour.

3.2.5. Bilan : Avantages / inconvénients

Ce principe d'aménagement présente :

- Les avantages suivants :
 - Amélioration de la continuité écologique sur ce tronçon de la Savoureuse ;
 - Contournement de deux ouvrages représentant des obstacles à la continuité (seuil de prise d'eau + radier du pont) ;
 - Peu d'entretien nécessaire ;
 - Coût de mise en œuvre peu important ;
- Les inconvénients et limites suivants :
 - Importantes investigations géotechniques à réaliser ;
 - Manque d'attractivité du contournement par rapport au bras principal ;
 - Perte de l'alimentation de l'usine et de la partie aval du canal ;

4. COMPARAISON DES SCENARIOS

4.1. ANALYSE MULTICRITERE

Principes d'intervention	Critères de comparaison													
	Gains						Risques						Usage	Prix
	Continuité piscicole		Continuité sédimentaire		Qualité habitationnelle		Géomorphologie		Inondation		Infrastructures et bâtis existants			
Effacement	++	Restauration complète	+/+	Restauration complète	+	Suppression du remous+ diversification des faciès+ deconnexion rivulaire + assechement du canal usinier / perte alimentation partie aval du canal	-	Risque d'érosion	+	Réduction du risque de débordement	-/-	Impact sur le bâti non appréhendé en l'absence de données géotechniques	Utilisation des eaux par l'usine Hendrickson impossible	50 000 € HT investigations+travaux géotech non pris en compte
Aménagement: Mise en place d'une rampe à macro-rugosités	+/+	Restauration selective	0	Sans effet	+	Maintien d'un écoulement dans le canal usinier	0	Sans effet	0	Sans effet	0	Sans effet	Entretien nécessaire	215 000 € HT
Aménagement : Mise en place de blocs en enrochement	+	Amélioration de la franchissabilité	0	Sans effet	+	Maintien d'un écoulement dans le canal usinier	0	Sans effet	0	Sans effet	0	Sans effet	Entretien nécessaire	20 000 € HT
Contournement de l'ouvrage avec maintient de l'alimentation de l'usine	+	Restauration selective	0/+	Possibilité de transit dans le bras de contournement	+	Maintien d'un écoulement dans le canal usinier	0	Sans effet	0	Sans effet	0	Sans effet	Entretien nécessaire	115 000 € HT
Contournement de l'ouvrage avec perte de l'alimentation de l'usine	+	Restauration selective	0/+	Sans effet	-	Perte de l'alimentation de la partie aval du canal	0	Sans effet	0	Sans effet	-/-	Impact sur le bâti non appréhendé en l'absence de données géotechniques	Utilisation des eaux par l'usine Hendrickson impossible	40 000 € HT investigations+travaux géotech non pris en compte

4.2. FINANCEMENT ET COUT DE REALISATION

Après concertation avec l'Agence de l'Eau, il ressort que si le barrage garde son rôle dans le refroidissement des installations de la société Hendrickson, le financement de la mission serait soumis au régime d'encadrement européen des aides avec une aide de 40% + 10% pour les PME. Hendrickson n'étant pas une PME les aides apportées sont plafonnées à 40% pour toutes les solutions proposées.

Par ailleurs, concernant les investigations géotechniques à mettre en œuvre pour les scénarios impliquant un abaissement ou une mise à sec du canal usinier, celles-ci seront du type G5 et G2-AVP comprenant une reconnaissance visuelle des fondations ainsi que des fouilles à la pelle. Le prix de ces prestations est compris entre 5 000€ et 10 000€ dépendamment des problématiques d'accès et de visibilité.

5. CONCLUSION DE L'ETUDE

Afin de conclure, il est important de noter que le secteur à l'étude est situé à l'amont d'un tronçon classé comme prioritaire dans le SAGE de l'Allan. Aussi, ce tronçon pourrait être amené à être modifié dans le cadre d'une prochaine restauration. La mise en place d'une solution coûteuse pourrait alors paraître inadéquate dans l'hypothèse où, dans un futur proche, des travaux de restauration morphologique pouvant impacter l'aménagement seraient mis en œuvre.

Au vu de tous ces éléments, deux constats s'imposent :

- S'il s'avère que des travaux de restauration seront mis en œuvre sur le tronçon, alors la solution de mise en place de blocs à l'aval de l'ouvrage est préférable. En effet, cette solution est peu coûteuse et réversible, de plus, si elle est appliquée temporairement, elle permettrait d'améliorer la continuité écologique ;
- Si rien n'indique que des futurs travaux de restauration auront lieu alors **l'équipement de l'ouvrage par un dispositif de franchissement de type rampe à macro-rugosités nous semble être la solution la plus adaptée**. En effet celle-ci permet le rétablissement de la continuité et le maintien de l'alimentation dans le canal usinier. Bien que son coût soit élevé, c'est la solution la plus efficace, effacement mis à part, en termes de restauration de la continuité.

Les autres scénarios proposés, certes moins coûteux, sont selon nous moins intéressants pour différentes raisons :

- L'effacement de l'ouvrage entraîne de lourdes conséquences au sein du canal usinier et à l'amont de l'ouvrage. Par ailleurs les incidences socio-économiques liées à cet aménagement sont importantes puisqu'il provoque la suppression du prélèvement en eau de la société Hendrickson. Enfin, sans mesure d'accompagnement de restauration morphologique cette solution ne nous semble pas être la plus optimale ;
- Les deux solutions proposant un contournement supposent que la montaison du poisson se fait par le bras de décharge, or l'attractivité de ce bras est moindre par rapport au tronçon de la Savoureuse. Aussi, une solution impliquant un aménagement au droit du bras principal de la rivière sera préférée.

5.1. RELEVÉ DE DECISIONS DE FIN D'ETUDE

Suite à la réunion finale sur l'étude, différents points ont été mis en lumière. Tout d'abord, les scénarios impliquant l'arrêt de l'alimentation des zones aval du canal usiniers sont à proscrire. Aussi, l'effacement et la mise en place du contournement par le bras de décharge sans maintien du niveau d'eau ne sont pas envisageables.

L'Agence de l'eau et les différents acteurs de l'étude estiment par ailleurs qu'une rampe à macrorugosités est une solution qui figerait la rivière dans sa linéarité tout en limitant les futures options d'aménagement de la rivière.

Par ailleurs, la solution envisageant le contournement du seuil par le bras de décharge du canal usinier présente un intérêt certain puisqu'il permet de contourner un second seuil en aval actuellement difficilement franchissable. Cependant, en l'état, l'aménagement n'est clairement pas attractif. Une solution possible pour pallier à ce problème serait de faire transiter la majorité du débit de la Savoureuse dans le bras de l'usine. Cette solution n'a pas été étudiée car elle nécessite de mettre en œuvre des moyens qui dépassent la légitimité et la responsabilité de l'entreprise Hendrickson (modèle hydraulique important pour le évaluer le risque d'inondation,...).

Enfin, le scénario envisageant la mise en place d'enrochements en aval du seuil afin de fragmenter la chute semble être la solution la plus pertinente au vu du contexte. En effet, cette solution a l'avantage de ne pas engendrer des impacts irréversibles dans l'hypothèse d'une restauration globale du tronçon. Cependant, il est important de noter que ce choix s'est effectué uniquement dans l'hypothèse où des travaux de restauration interviendront dans un futur assez proche et ne constitue pas une solution pérenne de restauration de la continuité écologique. Dans le cadre de cette solution et conformément aux attentes de l'Agence de l'eau, cet aménagement pourrait être accompagné de travaux de restauration en amont de l'ouvrage. Ces aménagements pourraient être de différents types :

- Remodelage des berges de la Savoureuse en déblais/remblais et apport de matériaux grossiers ;

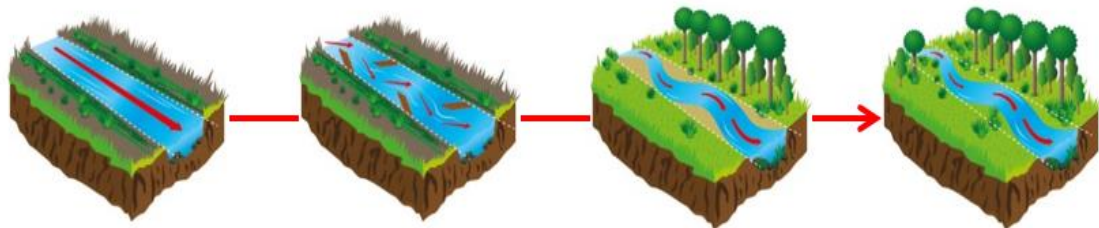


Fig. 63. Schéma de principe de remodelage du lit

Ce principe repose sur une action de remodelage du lit mineur afin d'étagger les écoulements (lit d'étiage/lit moyen) et de renforcer les connexions avec les berges (effet de bordures)



Fig. 64. Schéma de principe du déblai/remblais

Comme le montre le schéma ci-dessus, ce type d'aménagement n'induit aucun effet sur les débordements. En effet, l'aire de la section d'écoulement sera conservée et seule sa forme changera. Le choix du type de banquettes (minérale ou végétale) à mettre en pied de berge sera décidé en fonction des contraintes hydrauliques. Ces aménagements pourront être dimensionnés de sorte à être noyés pour un débit moyen.

- « Eradication » des ilots de Renouée du Japon le long du cours d'eau regroupant :
 - Fauche manuelle de la plante en faisant bien attention de ne pas la disséminer plus loin ;
 - Mise en place d'un géotextile synthétique sur toutes les surfaces où est localisée la plante ;
 - Plantation de boutures de saules et/ou de végétaux à reprise rapide.



Fig. 65. Exemple de travaux concernant le traitement de la Renouée du Japon (Sablonne à Saint Loup 39)

- Plantation d'arbres et d'arbustes typique de ce type de milieu rivulaire et entretien de la végétation avec :
 - Enlèvement des ligneux (dessouchage, coupe) ;
 - Plantation d'arbres et arbustes dans les zones exemptes de ripisylve ;
 - Traitement sélectif de la végétation dans les zones présentant un manque d'entretien et une fermeture du milieu ;
- Diversification des habitats avec :
 - Des blocs de diversification ou épi/défecteurs



Fig. 66. Exemple d'épis de diversification sur la Colombine à Calmoutier



Fig. 67. Exemple de blocs et d'embâcles sur la Sablonne à Saint-Loup

- Des sous-berges artificielles



Fig. 68. Exemple de banquettes avec sous-berges sur le Dugeon

- Des apports sédimentaires.

Concrètement, au droit de notre secteur d'étude la mise en œuvre de ces aménagements est schématisée sur l'illustration ci-dessous :

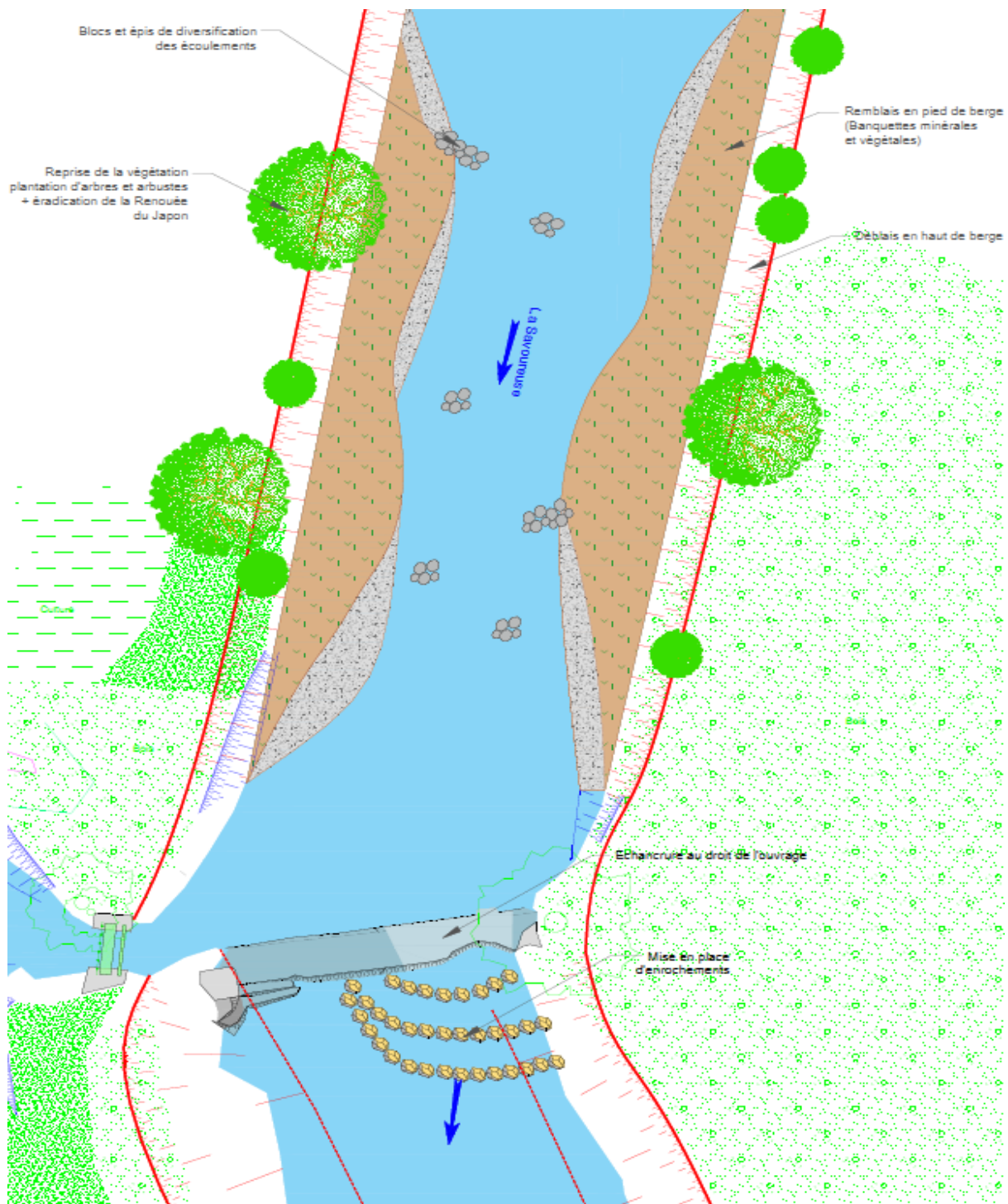


Fig. 69. Schéma des aménagements de diversification pouvant être mis en place à l'amont du barrage Hendrickson

Le linéaire à aménager dans une logique plus ambitieuse que la simple mise en place d'un aménagement rustique pourrait être de l'ordre de 100 mètres. Au-delà de ce linéaire, la rivière présentait, il y a encore 50 ans, des méandres. Dans l'hypothèse d'un reméandrement, dans le cadre d'une restauration morphologique il a donc été choisi de ne pas étendre le linéaire à aménager.



**Fig. 70. Anciens méandres à l'amont du barrage de l'usine Hendrickson
(photographie 1950)**

Le secteur restauré permettrait d'avoir un état de référence sur ce tronçon. Par ailleurs, dans l'hypothèse de futurs travaux de restauration dans le cadre du SDAGE, il est peu probable que l'amont de l'ouvrage soit une zone amenée à être rectifiée.

Financièrement ce type d'aménagement est estimé entre 15 000 € et 20 000 € amenant alors le prix du scénario final de mise en place de blocs pour fragmenter la chute accompagné de restauration morphologique de la zone amont de l'ouvrage à 40 000 € HT.

oOo

ANNEXE 1

Diagnostic sommaire des zones humides bordant le canal usinier de Châtenois-Les-Forges



Diagnostic sommaire des zones humides bordant le canal usinier de Châtenois-Les- Forges

13 novembre 2018



SARL CD Eau Environnement, 2 rue de Belfays, 70190 Maizières.
Contact : thomas.deforet@cd-eau-environnement.fr / 06 78 87 92 46 / 03 84 78 92 46

Table des matières

1	Contexte	2
2	Méthode.....	2
3	Résultats.....	2
4	Recommandations.....	5

1 Contexte

A la demande d'Artelia, CD Eau Environnement a été missionné afin de réaliser une cartographie sommaire des habitats le long du canal usinier dans la commune de Châtenois-les-Forges. L'objectif est d'identifier les potentiels enjeux liés aux habitats de zones humides. Cette étude précède un projet de restauration de la continuité écologique sur la Savoureuse.

2 Méthode

La zone d'étude se situe dans le Territoire de Belfort, au niveau de la commune de Châtenois-les-Forges, dans deux tronçons différents du canal usinier : un premier de 600 mètres sur la partie en amont, un seconde de 1000 mètres sur la partie en aval.

La date de la mission étant tardive, il n'était plus possible de réaliser une cartographie phytosociologique de habitats naturels à l'aide de relevés floristiques programmés au printemps et en été. Le diagnostic s'est donc limité à une cartographie sur le terrain des grands types d'habitats en s'appuyant essentiellement sur la végétation arborescente et arborée. Ce travail a été réalisé le 03/10/2018.

3 Résultats

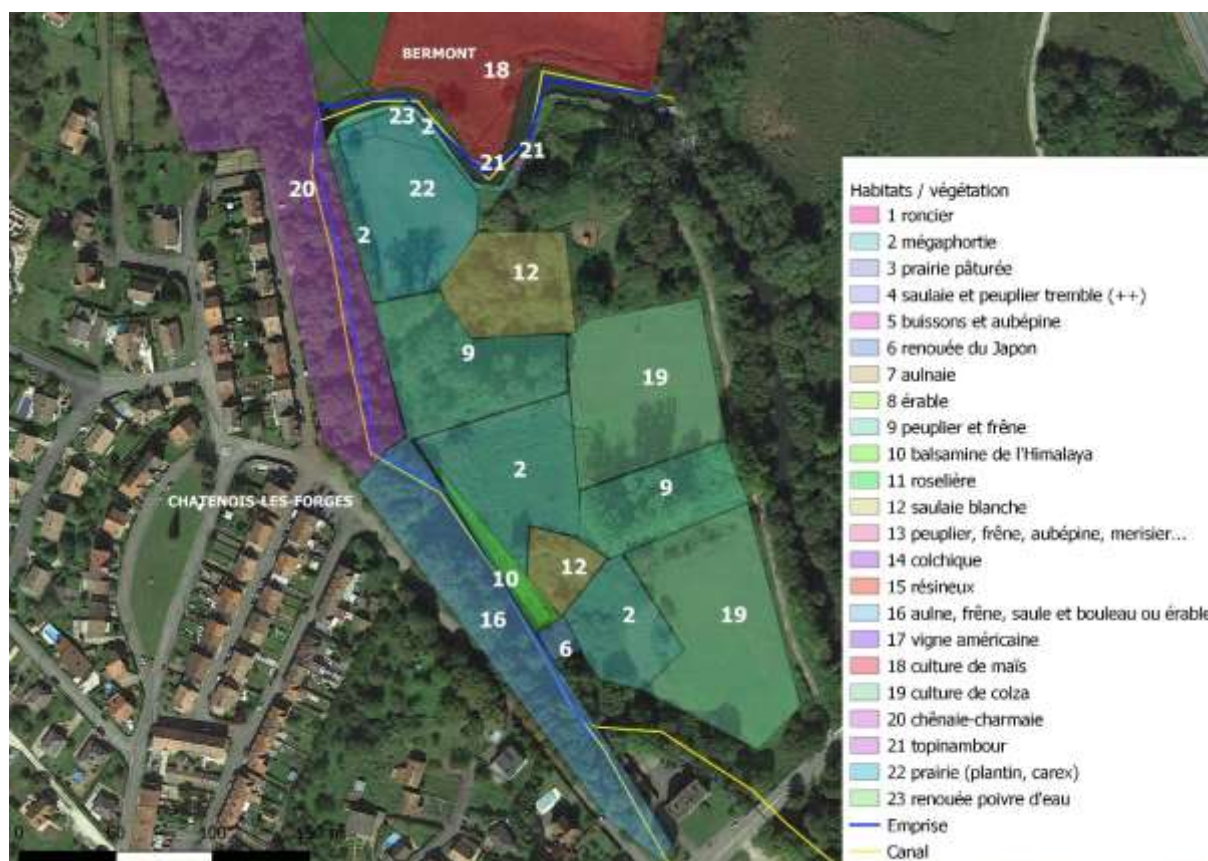


Figure 1: cartographie sommaire des habitats pour la partie amont du canal usinier

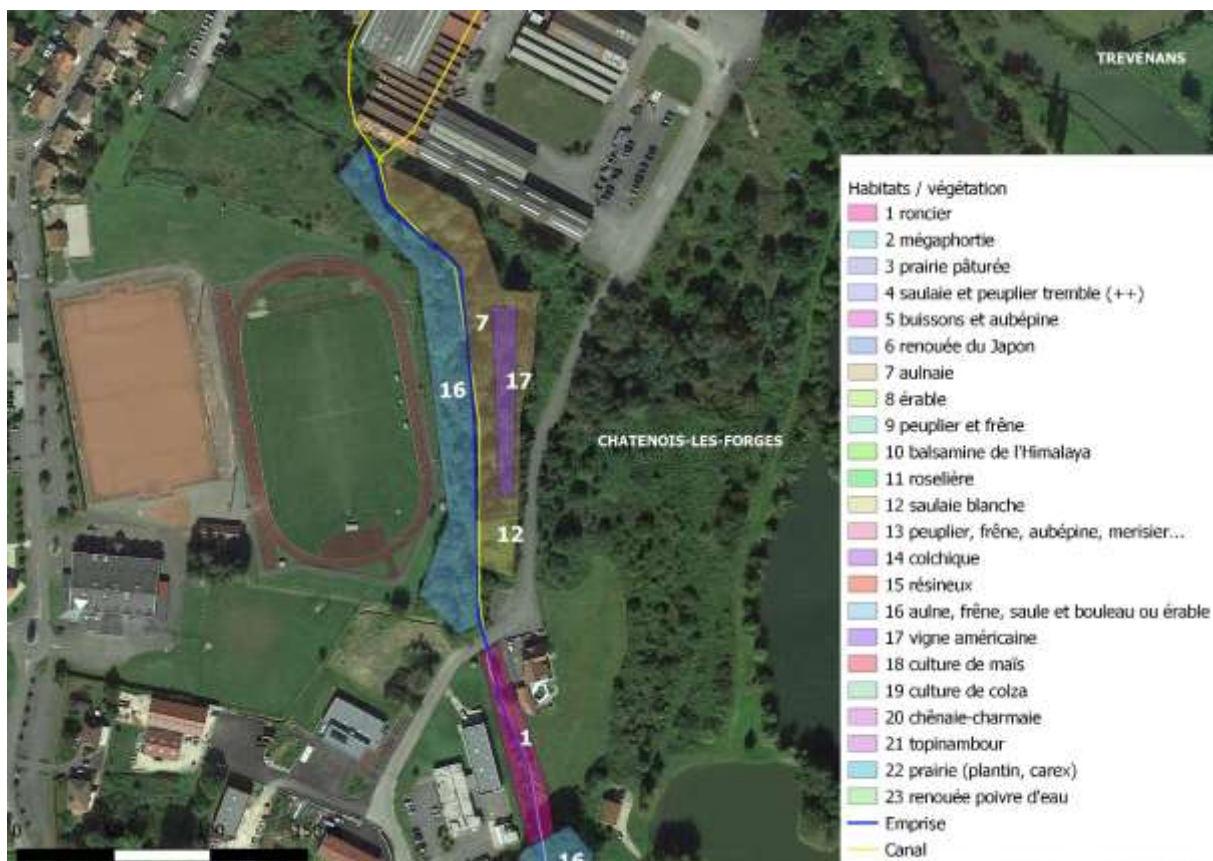


Figure 2: cartographie sommaire des habitats dans la partie médiane



Figure 3: cartographie sommaire des habitats dans la partie aval

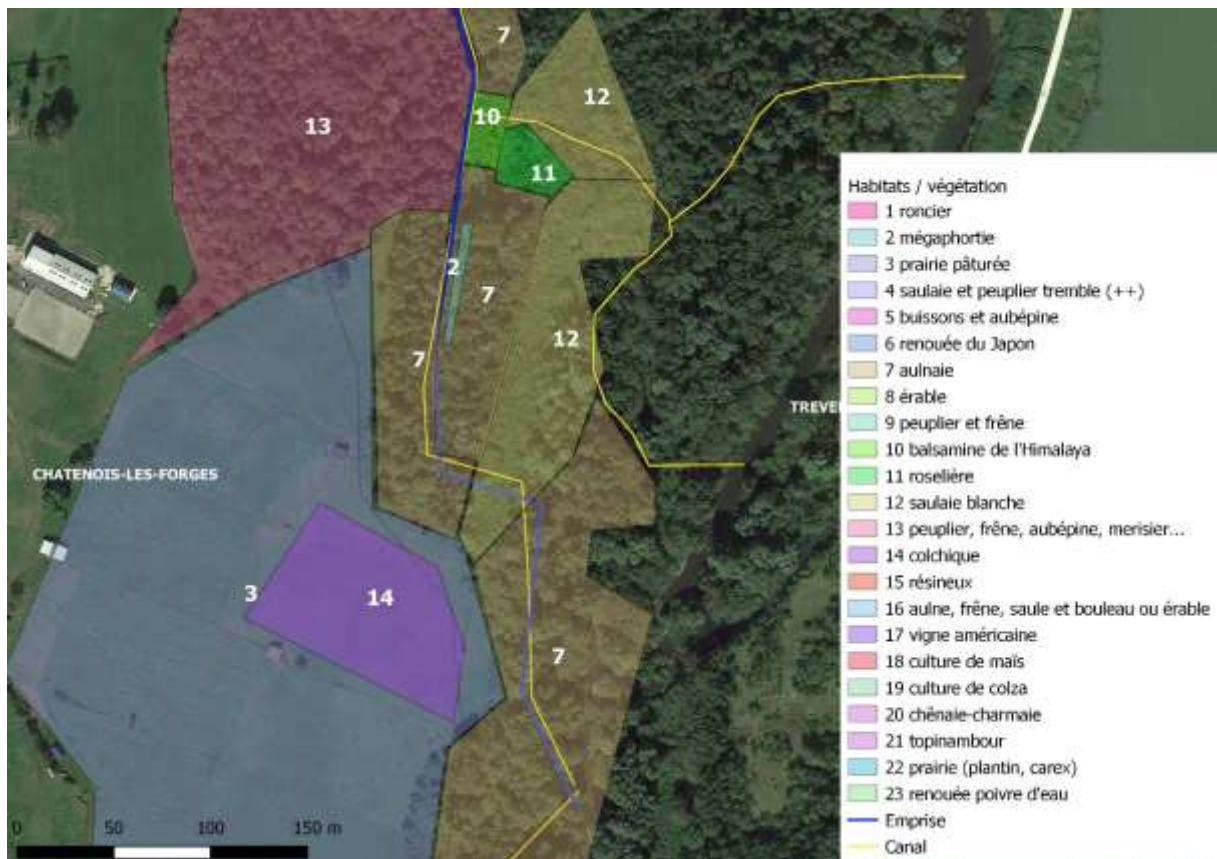


Figure 4: cartographie sommaire des habitats dans l'extrémité aval du canal usinier

Au total, 23 unités de végétation ont été déterminées. 9 d'entre elles sont des habitats potentiellement humides : mégaphorbiaie (2), saulaie et peuplier tremble (4), aulnaie (7), peuplier et frêne (9), roselière (11), saulaie blanche (12), aulne, frêne, saule et bouleau (16), prairie à plantain et carex (22), renouée poivre d'eau (23).

Les secteurs les plus humides se situent dans la boucle du canal usinier à l'extrémité nord, rive gauche (Figure 1), puis dans la partie la plus aval, rive gauche (Figure 4), sous la forme de forêts alluviales. Dans la partie médiane, à hauteur du village de Châtenois-les-Forges, les habitats potentiellement humides sont absents ou se limitent à des ripisylves en bandes étroites (Figure 2, Figure 3).

Les habitats aquatiques tels que des habitats à lentilles d'eau ou à potamots ne sont pas observés sur le linéaire étudié. 2 hypothèses d'explication sont possibles : la qualité d'eau du canal usinier fortement dégradée, l'ombrage quasi continu du cours d'eau. L'ombrage explique aussi l'absence de groupements à glycéries ou à phalaris. Il n'existe pas non plus sur le linéaire étudié de zones humides paratourbeuses.

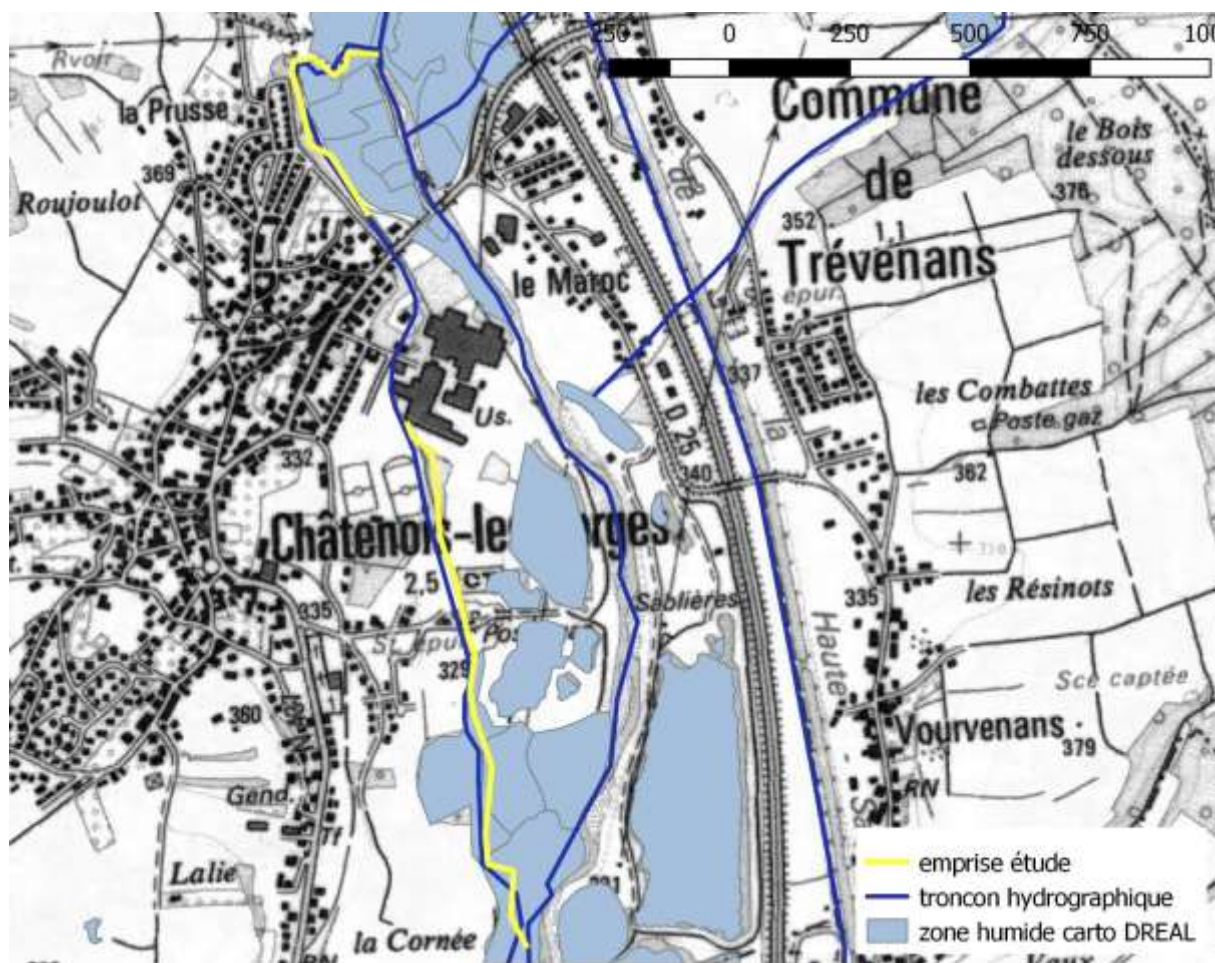
Des relevés botaniques plus précis conduiraient très probablement à identifier plusieurs habitats d'intérêt communautaire(*) ou déterminants znieff : saulaie blanche*, saulaie arborescente à Saule cassant*, aulnaie-frênaie*, aulnaie à hautes herbes*, mégaphorbiaie*. La roselière présente à l'extrémité aval est un habitat qui peut héberger des espèces à haute valeur patrimoniale.

La prairie pâturée (3) (Figure 4) de la partie aval ne montre pas une végétation hydromorphe. Il en est de même de l'habitat forestier à Peuplier, Frêne Aubépine et Merisier (13), qui la jouxte. Ils sont situés à un niveau topographique relativement élevé par rapport au canal usinier qui s'écoule en bas d'une berge de plus de 2 m.

3 habitats correspondent à des stations de plantes invasives : Renouée du Japon, Balsamine de l'Himalaya et Vigne américaine.

4 Recommandations

Le canal usiner est un cours d'eau de petite taille présentant des habitats aquatiques dégradés et une qualité d'eau probablement médiocre. Néanmoins il irrigue les milieux riverains humides potentiellement déterminant znieff ou d'intérêt communautaire. Bien que cartographié plus grossièrement, le caractère humide de ces secteurs apparait dans la cartographie des zones humides de la DREAL Bourgogne Franche-Comté (Figure 5).



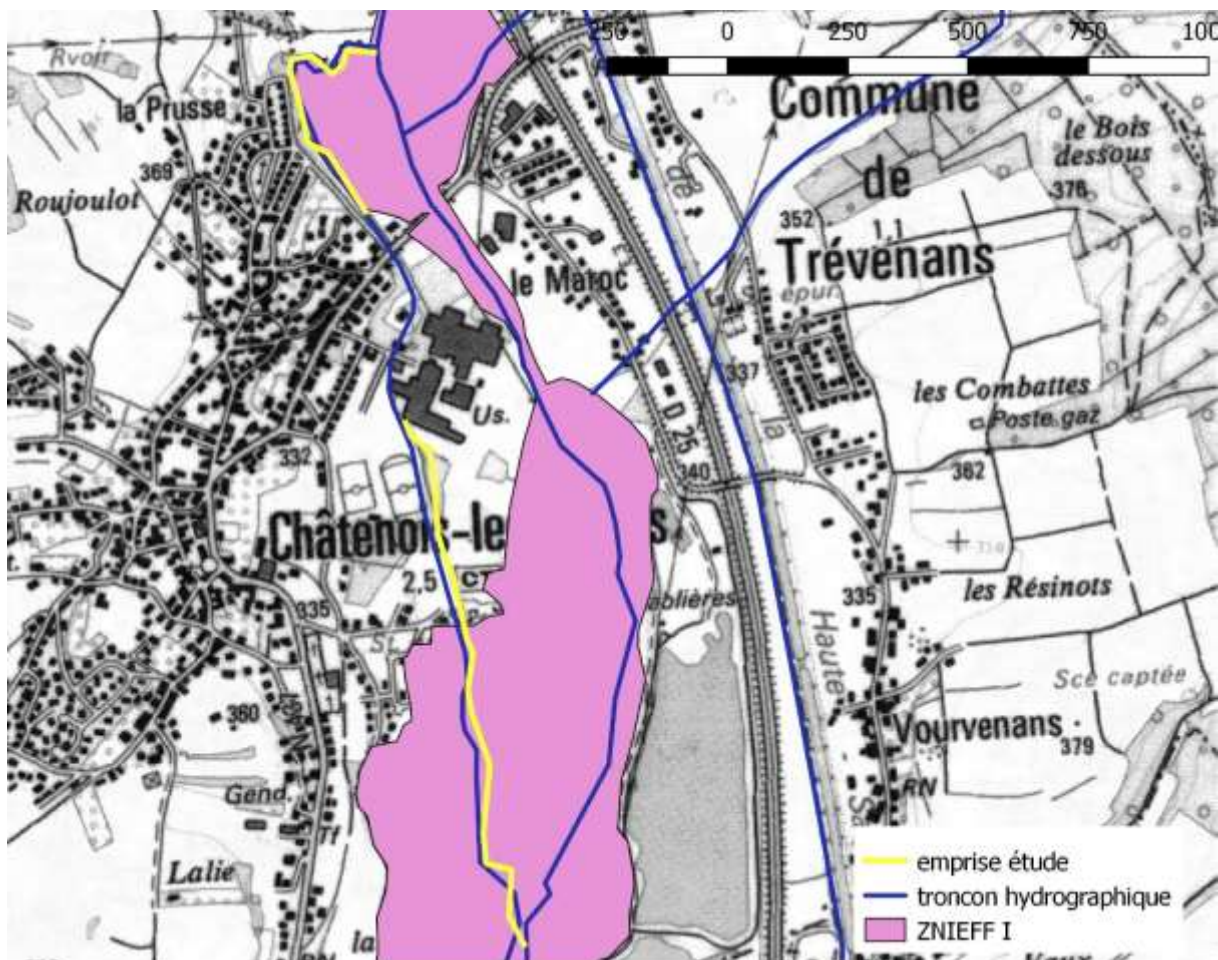


Figure 6 : ZNIEFF de type 1 "Basse vallée de la Savoureuse" à hauteur de Châtenois-les-F.

L'intérêt patrimonial des écosystèmes riverains du canal usinier est souligné par le contour de la ZNIEFF de type I « Basse vallée de la Savoureuse » qui les intègre.

Bien que le canal usinier soit d'origine artificielle, il contribue au maintien de zones humides riveraines reconnues. Dans le contexte d'une disparition généralisée des zones humides sur le territoire national qui a conduit à leur prise en compte dans la loi sur l'eau, dans le SDAGE, et à travers plusieurs programmes nationaux en faveur des zones humides, il paraît nécessaire de considérer l'avenir des zones humides qui bordent le canal usinier en fonction des travaux d'aménagements qui le concerne.

A noter aussi que la présence de plusieurs stations d'espèces invasives nécessite la mise en place de précautions particulières pour éviter leur dissémination si elles sont concernées par des travaux.