

Novembre 2016
14EST017
Version 3



Etude hydraulique et mesures de restauration de la Lauter

Rapport

SIEGE SOCIAL
Parc de l'Ile
15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX

Agence de Strasbourg
Direction France-Est
Espace Européen de l'Entreprise
15 rue de Copenhague
67300 SCHILTIGHEIM



Numéro du projet : 14EST017**Intitulé du projet : Etude hydraulique et mesures de restauration de la Lauter****Intitulé du document : Rapport d'étude**

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
-	VIEILLARD Céline	ECHEVERRIA Javier	04/01/2016	Volet C
-	VIEILLARD Céline BOIZARD Alice ECHEVERRIA Javier	ECHEVERRIA Javier	05/02/2016	Volet A+C
1	VIEILLARD Céline BOIZARD Alice ECHEVERRIA Javier	ECHEVERRIA Javier	21/03/2016	Volet A+B+C
2	VIEILLARD Céline BOIZARD Alice ECHEVERRIA Javier	ECHEVERRIA Javier	19/10/2016	Volet A+B+C
3	VIEILLARD Céline BOIZARD Alice ECHEVERRIA Javier	ECHEVERRIA Javier	24/11/2016	Volet A+B+C



Sommaire

1	Introduction	10
2	Contexte de l'étude	11
	2.1 Contexte réglementaire	11
	2.1.1 Directive Cadre Européenne (DCE)	11
	2.1.2 Arrêté de classement	11
	2.1.3 SDAGE	12
	2.2 Contexte de la collectivité.....	12
	2.2.1 La commune de Wissembourg.....	12
	2.2.2 Contexte de crue.....	13
	2.2.3 Conflits d'usage.....	13
	2.3 Contexte environnemental.....	14
	2.3.1 Zones de protection	14
	2.3.2 Sites protégés.....	14
3	Présentation de la Lauter	17
	3.1 Localisation géographique.....	17
	3.2 Linéaire d'étude.....	17
	3.3 Contexte géologique.....	18
	3.4 Hydrologie	18
	3.5 Evolution hydromorphologique.....	19
	3.6 Qualité physico-chimique	20



3.7 Contexte piscicole.....	20
3.8 Continuité écologique	21
3.9 Ouvrages existants	21
3.9.1 Description des ouvrages hydrauliques.....	23
3.9.2 Entretien et surveillance.....	35
3.9.3 Description du Mode actuel de gestion hydraulique des vannes	36
4 Etude hydrologique et hydraulique	38
4.1 Etude hydrologique.....	38
4.1.1 Données disponibles	38
4.1.2 Détermination de la crue centennale.....	38
4.2 Modélisation hydraulique.....	40
4.2.1 Présentation de l'outil : Logiciel Mike 11	40
4.2.2 Construction du modèle	40
4.2.3 Calage du modèle.....	41
4.3 Résultats du diagnostic hydraulique.....	44
4.3.1 Scénarios testés	44
5 Diagnostic de la continuité écologique.....	54
5.1 LE protocole ICE	54
5.2 Impact des ouvrages sur le lineaire.....	54
5.2.1 Ponts et passerelles	55
5.2.2 Seuils et moulins.....	55
6 Diagnostic hydromorphologique de la Lauter	61
6.1 Méthodologie de relevés sur le terrain.....	61
6.2 Diagnostic Hydromorphologique.....	61



7	Propositions d'actions	65
	7.1 Amélioration du fonctionnement hydraulique	65
	7.1.1 Concernant le mode de gestion de vannes	65
	7.2 Amélioration de la franchissabilité du cours d'eau...	67
	7.2.1 Choix du Bras Sud	67
	7.2.2 Eichmuehle (ROE 65636)	68
	7.2.3 Seuils intermédiaires du Bras Sud	75
	7.2.4 Ouvrages de la piscine (difffluence)	78
	7.2.5 Estimation financière	85
	7.2.6 Walkmuehle.....	87
	7.2.7 Seuil de Weiler.....	93
	7.3 Amélioration de la qualité physique.....	95
	7.3.1 Renaturation ou restauration de la qualité physique..	95
	7.3.2 Autres actions.....	112
8	Conclusion	117



Tables des illustrations

Figure 1 : Localisation de la commune de Wissembourg	12
Figure 2 : La Lauter à Wissembourg (SAFEGE)	13
Figure 3 : Localisation du périmètre du site Natura 2000 de la Lauter (Source : INPN)	15
Figure 4 : Localisation du périmètre de l'APB du Marais d'Altenstadt (Source : http://www.alsace.developpement-durable.gouv.fr)	15
Figure 5 : Localisation du périmètre de l'APB du cours inférieur de la Lauter (Source : http://www.alsace.developpement-durable.gouv.fr)	16
Figure 6 : Parcours de la Lauter de sa source jusqu'au Rhin (Source : Wikipedia)	17
Figure 7 : Linéaire d'étude	18
Figure 8 : Evolution du tracé de la Lauter en aval de Weiler (à gauche : carte d'état-major (1820-1866) ; à droite : carte IGN actuelle)	19
Figure 9 : Evolution du tracé de la Lauter en aval d'Altenstadt. A gauche : carte d'état-major (1820-1866) ; à droite : cadastre datant des années 1900, en bas : carte IGN actuelle	19
Figure 10 : Linéaire d'étude et principaux ouvrages hydrauliques	22
Figure 11 : Ancien moulin du Walkmuehle situé secteur amont de Wissembourg	23
Figure 12 : Schématisation des ouvrages du secteur de la piscine.....	24
Figure 13 : Vue depuis l'amont du porche d'entrée de l'ouvrage	24
Figure 14 : Plan du porche d'entrée de l'ouvrage	25
Figure 15 : Vue depuis l'aval des trois écluses de l'ouvrage.....	25
Figure 16 : Plan des trois écluses de l'ouvrage Groll.....	26
Figure 17 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de l'ouvrage du bras de décharge.....	26
Figure 18 : Plan de l'ouvrage de décharge vers le Grabenloch à la piscine.....	27
Figure 19 : Schématisation des ouvrages du secteur du fossé des Tilleuls.....	28
Figure 20 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la partie gauche de l'ouvrage.....	29
Figure 21 : Plan de la façade amont gauche.....	29
Figure 22 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la partie droite de l'ouvrage.....	29
Figure 23 : Plan de la façade amont droite.....	30
Figure 24 : Vue amont et aval du canal de décharge	30
Figure 25 : Plan du canal de décharge vers le fossé des Tilleuls.....	31
Figure 26 : Schématisation de l'ouvrage Brüdermuehle	32
Figure 27 : Vue aval de l'ouvrage Brüdermuehle.....	32
Figure 28 : Vue amont de l'ouvrage Brüdermuehle	33
Figure 29 : Coupe de la façade amont gauche.....	33
Figure 30 : Vue amont de la partie droite de l'ouvrage	34



Figure 31 : Plan de la façade amont droite	34
Figure 32 : L'ouvrage Eichmuehle	35
Figure 33 : Courbe des débits de crue extrême d'après la méthode du Gradex	39
Figure 34 : Modèle 1D sur Mike 11.....	41
Figure 35 : Visualisation de l'état des vannes pour le calage	42
Figure 36 : Répartition de débits correspondant au QMNA5 avec les vannes fermées	47
Figure 37 : Cartographie des zones inondées pour une crue décennale.....	52
Figure 38 : Cartographie des zones inondées pour une crue centennale.....	53
Figure 39 : Délimitation en tronçons équivalents du linéaire étudié	63
Figure 40 : Vue depuis l'aval de l'Eichmuehle	70
Figure 41 : Schéma vue de haut de l'Eichmuehle en l'état actuel	71
Figure 42 : Exemple d'une grille ichtyocompatible _ Source : ONEMA.....	72
Figure 43 : Photos du 24/06/2015 des principaux seuils de fonds du tronçon intermédiaire.....	76
Figure 44 : Photo du 24/06/2015 des principaux seuils de fonds du tronçon amont.....	77
Figure 45 : Seuil en amont immédiat de la confluence du fossé des tilleuls 24/06/2015 - tronçon amont77	
Figure 46 : Seuil aval et vanne de contrôle de la Piscine dans la fourchette des débits ciblés _ 24/06/2015 - ($Q_{Weiler} = 2.02m^3/s$; chute seuil $\sim 25cm$, chute vanne $\sim 15cm$).....	78
Figure 47 : Intégration de l'ouvrage de continuité écologique sur Mike 11.....	80
Figure 48 : Rampe à macro-rugosités sur un seuil autoroutier de l'A7	88
Figure 49 : Schéma d'une rampe à rangées périodiques, source : ONEMA	89
Figure 50 : Schéma vue de haut du Walkmuehle en l'état actuel.....	90
Figure 51 : Schéma vue de haut du Walkmuehle en l'état aménagé	91
Figure 52 : photo du Walkmuehle depuis l'aval (29/04/15)	92
Figure 53 : Vue amont du seuil de Weiler (29/04/15)	94
Figure 54 : Localisation du méandre à reconnecter en aval de Weiler	96
Figure 55 : Résultat de la modélisation du QMNA5 (en haut) et de Q2 (en bas) sur le profil futur du méandre de la Lauter en aval de Weiler.....	98
Figure 56 : Schéma des profils en travers des aménagements sur la Lauter en aval de Weiler	99
Figure 57 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras Sud de la Lauter.....	100
Figure 58 : Exemple de plantation d'hélophytes.....	101
Figure 59 : Schéma de principe sur le retalutage des berges et sa végétalisation (Source : Safège)...	101
Figure 60 : Exemples de diversification avec des blocs (source : Association Rivière Rhône-Alpes).....	102
Figure 61 : Principe de création des méandres grâce aux épis (Source : Agence de l'eau Seine Normandie)	102
Figure 62 : Exemples d'épis avec fagots de saules (Source : SAGEBA et Agence de l'eau Seine Normandie)	103
Figure 63 : Schéma type d'un épi déflecteur en bloc (Source : SAFEGE)	103
Figure 64 : Exemple d'un abri piscicole fait de bloc (Source : Fédération de pêche de la Lozère).....	103
Figure 65 : Exemple d'une cache sous berge faite en bois (Source : Safège).....	104



Figure 66 : Schéma de principe de la création d'une annexe hydraulique - exemple en amont du Bras Sud - profil n°33 du géomètre (dimension assez similaire sur le profil n°36 (lieu de la 3 ^{ème} implantation d'annexe hydraulique).....	104
Figure 67 : Principe du reméandrage et ses conséquences sur la géométrie du lit	106
Figure 68 : Projection de la solution de reméandrage de la Lauter	107
Figure 69 : Schéma type d'un Retalutage / Reprofilage des berges, avec création d'un lit d'étiage	108
Figure 70 : Schéma type de reméandrage avec des banquettes d'hélophytes	109
Figure 71 : Exemple de résultats de création de banquette	110
Figure 72 : Schéma des profils en travers des aménagements sur la Lauter en aval d'Altenstadt	111
Figure 73 : illustration de coupes à blanc sur les berges de la Lauter	112
Figure 74 : Exemples d'embâcles problématiques observés sur la Lauter	113
Figure 75 : Clé de décision - Gestion des embâcles	115
Figure 76 : Renouée du Japon en aval de la zone d'étude	116
Figure 77 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes fermées avec QMNA5 en entrée.....	125
Figure 78 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes fermées avec QModule en entrée.....	126
Figure 79 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes ouvertes avec Q10 en entrée	127
Figure 80 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes ouvertes avec Q100 en entrée	128
Figure 81 : Fiche action : Tronçon 3, page 1/3	151
Figure 82 : Fiche action : Tronçon 3, page 2/3	152
Figure 83 : Fiche action : Tronçon 3, page 3/3	153
Figure 84 : Fiche action : Tronçon 6, page 1/3	154
Figure 85 : Fiche action : Tronçon 6, page 2/3	155
Figure 86 : Fiche action : Tronçon 6, page 3/3	156
Figure 87 : Fiche action : Tronçon 14, page 1/3	157
Figure 88 : Fiche action : Tronçon 14, page 2/3	158
Figure 89 : Fiche action : Tronçon 14, page 3/3	159



Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles pour la commune de Wissembourg	13
Tableau 2 : Débits caractéristiques (m^3/s) de la Lauter à Weiler	18
Tableau 3 : Cotes de l'ouvrage de décharge vers le Bras Sud	27
Tableau 4 : Cotes de surverse et cotes de vannes de l'ouvrage Pfistermuehle en fonctionnement normal	30
Tableau 5 : Cotes de surverse et cotes de vannes du canal de décharge vers le fossé des Tilleuls	31
Tableau 6 : Cotes de surverse et cotes de vannes de l'ouvrage Brüdermuehle en fonctionnement normal	34
Tableau 7 : Débits caractéristiques à l'étiage, moyen et en crue (m^3/s) à la station hydrométrique de Weiler	38
Tableau 8 : Calcul des débits de crue extrême par la méthode du Gradex	38
Tableau 9 : Critères d'évaluation du calage du modèle hydraulique	41
Tableau 10 : Etat des vannes pour le calage du modèle à l'étiage. Les ouvertures sous vanne ont été relevées par un géomètre	42
Tableau 11 : Précision du modèle à l'étiage.....	43
Tableau 12 : Définition des différents scénarios étudiés.....	44
Tableau 13 : Ouvertures maximales des vannes pour la modélisation en crue (*).....	45
Tableau 14 : Débits et cotes d'eau pour la simulation toutes vannes fermées pour un débit QMNA5	46
Tableau 15 : Débits et cotes d'eau pour la simulation toutes vannes fermées pour un débit égal au module	48
Tableau 16 : Débits et cotes d'eau pour une crue biennale en configuration étiage.....	48
Tableau 17 : Débits et cotes d'eau pour une crue biennale en configuration crue défailante.....	49
Tableau 18 : Niveaux d'eau limite haute	49
Tableau 19 : Cotes d'eau et débits des deux simulations toutes vannes ouvertes en période de crue, Q_{10} et Q_{100}	50
Tableau 20 : Récapitulatif des notes ICE des ouvrages rencontrés pour les différentes espèces cibles..	60
Tableau 21 : Eléments de jugement pour l'état des berges	61
Tableau 22 : Eléments de jugement pour l'état de la ripisylve	62
Tableau 23 : Caractérisation des tronçons (RD : rive droite ; RG : rive gauche).....	64
Tableau 24 : Caractéristiques de dimensionnement de la rivière de contournement	69
Tableau 25 : Estimation financière des travaux.....	74
Tableau 26 : Débits du tronçon intermédiaire en gestion actuelle.....	76
Tableau 27 : Débits modélisés dans le bras Sud selon la gestion actuelle de la vanne de la difffluence .	78
Tableau 28 : Objectif de répartition des débits entre les différents ouvrages	79
Tableau 29 : Résultats de simulation concernant la continuité écologique avec une ouverture de vanne du bras de décharge de 9 cm par le fond	81
Tableau 30 : Hauteur d'eau en écoulement uniforme.....	82
Tableau 31 : Vitesse débitante en écoulement uniforme	82



Tableau 32 : Caractéristiques techniques de la passe à bassins	83
Tableau 33 : Débits et hauteurs pour chaque bassin en fonction du débit en entrée	84
Tableau 34 : Estimation financière des travaux	86
Tableau 35 : Critères hydrauliques à respecter selon les espèces cibles pour les enrochements régulièrement répartis.....	88
Tableau 36 : Résultats pour un plan d'eau régulé à 160,14 m NGF	90
Tableau 37 : Débits dans la rampe en fonction de la plage de fonctionnement.....	91
Tableau 38 : Estimation financière des travaux	93
Tableau 39 : Largeurs du lit d'étiage et de pleins bords de la Lauter (en m) à Weiler pour différents débits et différentes puissances spécifiques.....	97
Tableau 40 : Largeurs du lit d'étiage de la Lauter (en m) pour différentes puissances spécifiques	105
Tableau 41 : Largeurs du lit d'étiage et de pleins bords de la Lauter (en m) pour différents débits et différentes puissances spécifiques.....	110
Tableau 42 : Atouts et inconvénients potentiels des embâcles végétaux	114



Table des annexes

- Annexe 1 Caractéristiques des espèces cibles
- Annexe 2 Résultat du calage de modélisation hydraulique
- Annexe 3 Profil en long sur la Lauter
- Annexe 4 Cartographie sur la continuité écologique
- Annexe 5 Plans des propositions d'ouvrages de franchissabilité piscicoles
- Annexe 6 Liste des paramètres observés sur le terrain
- Annexe 7 Cartographie sur la qualité physique de la Lauter
- Annexe 8 Description détaillée des tronçons
- Annexe 9 Fiches action restauration hydromorphologique



1 INTRODUCTION

Cours d'eau du nord de l'Alsace, la Lauter est classée en tant qu'axe migrateur prioritaire pour les saumons et les anguilles. La libre circulation de ces espèces constitue donc un enjeu majeur auquel la commune de Wissembourg (Bas-Rhin) se doit de répondre. Par le passé, la Lauter était utilisée comme source d'énergie pour l'alimentation de plusieurs moulins. Leurs vestiges sont aujourd'hui des obstacles nuisibles au bon état de la Lauter. En France, ce sont plus de 60000 barrages, écluses, seuils et moulins qui sont recensés comme des obstacles à l'écoulement. Leur présence a des conséquences multiples :

- La création de remous hydrauliques qui participent au réchauffement et à l'eutrophisation de l'eau ;
- L'arrêt du transport sédimentaire (transport solide) qui augmente le risque d'incision du lit en aval ;
- La formation d'obstacles totalement infranchissables pour la faune piscicole.

C'est dans le but de répondre à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23/10/2000 qui ambitionne l'atteinte du bon état chimique et écologique des masses d'eaux européennes, que le bureau d'études SAFEGE a été choisi par la commune de Wissembourg pour réaliser une étude hydraulique sur la Lauter sur la portion de 10 km entre Weiler et Altenstadt.

L'étude comprend trois volets :

- **Volet A : Etude hydraulique.** Elle a notamment pour but d'identifier les zones inondables en cas de crue et définir les modes de gestion efficace des ouvrages hydrauliques existants afin de réduire au maximum les risques d'inondation à Wissembourg.
- **Volet B : Diagnostic de la continuité écologique.** La restauration de la continuité écologique de la Lauter a pour but de permettre la libre circulation des espèces cibles (saumons et anguilles) afin de remplir les critères de la DCE. Cette ambition est notamment motivée par les nombreux travaux effectués en amont et en aval de la Lauter, notamment en Allemagne. L'analyse réalisée dans le cadre de ce volet permettra d'évaluer l'impact des différents ouvrages hydrauliques sur la libre circulation piscicole et de définir un programme d'actions afin de favoriser la continuité piscicole ;
- **Volet C : Diagnostic hydromorphologique.** Intégrée dans l'état écologique, l'hydromorphologie est un facteur essentiel pour apprécier la qualité d'un cours d'eau. Elle doit répondre à plusieurs critères dont une diversité d'habitats et la libre circulation des espèces piscicoles (la continuité écologique). Une analyse de la qualité physique du cours d'eau sera menée dans le cadre du troisième volet de l'étude générale ce qui permettra d'évaluer l'état actuel de la Lauter le long de la zone d'étude et les actions de renaturation nécessaires pour son amélioration.

Le présent document correspond au rapport général concernant les trois volets A, B et C de l'étude.



2 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

2.1.1 DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE (DCE)

La restauration de la continuité écologique de la Lauter s'inscrit dans la Directive Cadre Européenne (DCE) sur l'Eau du 23/10/2000 qui vise l'atteinte du bon état écologique et chimique des masses d'eaux pour 2015. Pour la Lauter, l'atteinte du bon état chimique et écologique a été repoussée à 2027 pour des raisons de faisabilité technique¹.

L'état écologique de la DCE comprend des paramètres biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques. Sur le diagnostic hydromorphologique de la Lauter, il convient d'en citer les critères d'évaluation :

- une diversité morphologique en termes de substrats, profondeurs et largeurs de lit, et de végétation rivulaire ;
- une continuité écologique assurant la migration piscicole (montaison et dévalaison), le transport sédimentaire et les connexions avec les annexes hydrauliques. Pour atteindre le très bon état écologique, aucune perturbation ne doit entraver la continuité du cours d'eau ;
- le respect d'un débit minimum d'étiage, et l'occurrence de crues de période de retour de 1 à 3 ans.

2.1.2 ARRÊTÉ DE CLASSEMENT

La Loi sur l'eau a été complétée par différents textes réglementaires et loi successives notamment lors des Grenelles de l'Environnement. Ces démarches ont amené à la description de zonages réglementaires des cours d'eau sur la continuité écologique définis par l'article L214-17 du code de l'environnement.

Les tronçons classés en liste 1, dit « réservoirs biologiques », présentent une interdiction de créer tout nouvel obstacle à la continuité écologique.

Les tronçons classés en liste 2 doivent, dans un délai de 5 ans après la parution du décret du préfet de bassin, rétablir la continuité écologique sur l'ensemble des obstacles identifiés.

Le décret de classement du bassin Rhin Meuse est paru le 28 décembre 2012. La Lauter est classée en Liste 1 sur l'ensemble de son linéaire sur le territoire français. La Lauter est classée en Liste 2 sur l'ensemble de son linéaire sur le territoire français à l'exception du bras urbain de Wissembourg et du Fossé des tilleuls. La continuité écologique, dont la continuité piscicole, devra donc être rétablie sur le secteur d'étude pour le 27 décembre 2017.

¹ Secteur de travail international du Rhin Supérieur. Plan de Gestion – Chapeau. Mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/UE) dans le District Hydrographique International Rhin [en ligne] 2009 http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Berichte/Chapeau_RHIN_SUPERIEUR_14_09_2009.pdf



2.1.3 SDAGE

La gestion de la Lauter est dirigée par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhin Meuse du 27/11/2009. La Lauter est classée en tant **qu'axe migrateur prioritaire pour les saumons et les anguilles** jusqu'à Wissembourg et axe migrateur prioritaire pour les saumons entre Wissembourg et la frontière allemande².

Selon l'article L436.5 du code de l'Environnement, la Lauter appartient à la classe des cours d'eau de **première catégorie piscicole**, le peuplement piscicole étant majoritairement constitué de Salmonidés.

2.2 CONTEXTE DE LA COLLECTIVITE

2.2.1 LA COMMUNE DE WISSEMBOURG

Wissembourg est une commune située au nord du Bas-Rhin en Alsace (cf. Figure 1). En 2012, sa population était de 7757 habitants (Source : INSEE).



Figure 1 : Localisation de la commune de Wissembourg

Lors de la traverse par Wissembourg, la Lauter se sépare en deux bras : le Bras Nord qui traverse le secteur urbain dense de la commune (cf. Figure 2) et le Bras Sud contournant le centre-ville et qui sert de bras de décharge de la Lauter pour les périodes de crues.

L'écoulement en ville est caractérisé par de longs remous hydrauliques qui donnent au cours d'eau un aspect de plan d'eau (cf. Figure 2). Les remous hydrauliques sont formés par des ouvrages vannés situés notamment sur le faubourg de Bitche et rue du Tribunal.

² Conseil Général du Bas-Rhin. Association Saumon-Rhin. Diagnostic fonctionnel de la Lauter -2011 - Restauration des populations de poissons migrateurs Bilan 2011.



Figure 2 : La Lauter à Wissembourg (SAFEGE)

2.2.2 CONTEXTE DE CRUE

La commune de Wissembourg est confrontée à des inondations. En centre-ville, les débordements sont fortement influencés par la présence d'ouvrages vannés qui génèrent des remous hydrauliques très longs caractérisés par des vitesses d'écoulement très faibles. Il existe actuellement un protocole de gestion des vannes lors d'épisodes de crues permettant de limiter les risques de débordement mis en place par la commune. Il est détaillé dans le chapitre 0. Entre 1982 et 2010, neuf arrêtés de catastrophes naturelles ont été émis pour la commune de Wissembourg pour des inondations et des coulées de boues.

Tableau 1 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles pour la commune de Wissembourg

Date de début	Date de fin	Arrêté du	Date d'inscription au JO :	Nature de l'événement
08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983	inondations et coulées de boue
07/07/1987	08/07/1987	27/09/1987	09/10/1987	inondations et coulées de boue
27/06/1994	27/06/1994	28/10/1994	20/11/1994	inondations et coulées de boue
13/07/1997	13/07/1997	12/03/1998	28/03/1998	inondations et coulées de boue
14/07/1997	14/07/1997	15/07/1998	29/07/1998	inondations et coulées de boue
17/06/1997	17/06/1997	15/07/1998	29/07/1998	inondations et coulées de boue
25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	inondations et coulées de boue
01/07/2003	30/09/2003	16/06/2006	14/07/2006	inondations et coulées de boue sécheresse*
02/06/2008	02/06/2008	11/09/2008	16/09/2008	inondations et coulées de boue
09/06/2010	09/06/2010	29/10/2010	03/11/2010	inondations et coulées de boue

*mouvement de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols

2.2.3 CONFLITS D'USAGE

En entrant dans Wissembourg, la Lauter se scinde en deux bras. La diffluence est gérée par une vanne située à l'entrée du Bras Sud, entre le boulevard Clémenceau et le Faubourg de Bitche, dite « vanne de la piscine ». Le Bras Nord traverse le centre-ville, alors que le Bras Sud longe les remparts à l'extérieur du centre-ville.



Afin d'éviter les inondations en centre-ville et de protéger la population, la commune souhaite évacuer en période de crue un maximum d'eau via le Bras Sud. Aussi, lors des annonces de crues et dès qu'une élévation des lignes d'eau est observée, les agents communaux ont pour consigne d'ouvrir au maximum la vanne de la piscine.

Cependant, ce bras constitue un secteur de pêche « no-kill » apprécié des pêcheurs. Ces derniers demandent une gestion adaptée des débits du cours d'eau. Ils craignent en effet que l'envoi d'un débit trop important dans le Bras Sud crée un phénomène de chasse qui nuit à la qualité du site en particulier par l'entraînement des frayères de truites. Les plaintes et conflits à ce sujet se multiplient ces 10 dernières années.

2.3 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

2.3.1 ZONES DE PROTECTION

La restauration de la Lauter a pour but de permettre la libre circulation des espèces cibles (saumons et anguilles) afin de remplir les critères de la DCE. Cette ambition est notamment motivée par les nombreux travaux de franchissabilité effectués en amont et en aval de Wissembourg. Un diagnostic hydromorphologique permet de mettre en évidence d'éventuels dysfonctionnements et de définir des travaux plus généraux sur des tronçons du cours d'eau (Cf.6 « **Diagnostic hydromorphologique de la Lauter** ») pour rendre à la Lauter un aspect plus naturel.

2.3.2 SITES PROTEGES

La Lauter s'inscrit dans un **site Natura 2000** au sein de la forêt de Bienwald entre Wissembourg et Lauterbourg (superficie de 1994 hectares sur un linéaire de 25 km, cf. Figure 3). Sur ce secteur, la Lauter s'écoule dans un environnement préservé comprenant de multiples habitats et de nombreuses espèces animales et végétales protégées³. Le programme LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement) Lauter-Donon, piloté par l'ONF, a financé entre 2006 et 2012 des actions de préservation et de restauration sur le site Natura 2000 Lauter.

³ NATURA 2000. La Lauter. Document d'objectif. Zone Spéciale de Conservation « La Lauter » n°FR4201796. Volume 1. 2008

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter

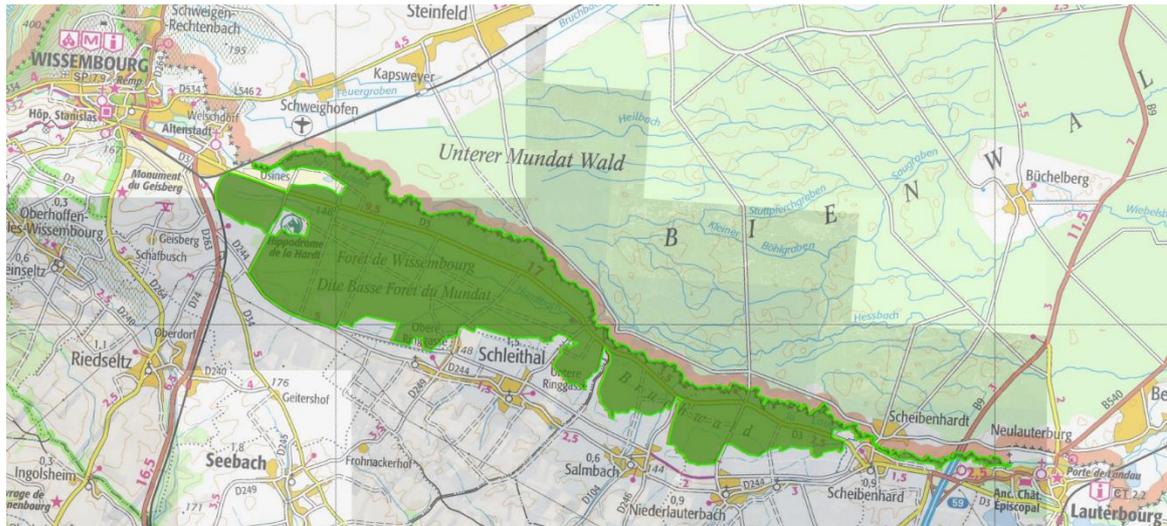


Figure 3 : Localisation du périmètre du site Natura 2000 de la Lauter (Source : INPN)

Un arrêté de protection du biotope (APB) établi le 14/04/1987 protège le Marais d'Altenstadt (cf. Figure 4). Un second APB du 01/12/1989 « Cours inférieur de la Lauter » concerne les biotopes des communes de Wissembourg-Altenstadt, Salmbach et Niederlauterbach (cf. Figure 5). Sur ces secteurs, sont notamment interdites la construction, la circulation motorisée, la suppression de la ripisylve et la transformation du cours et des rives de la Lauter.

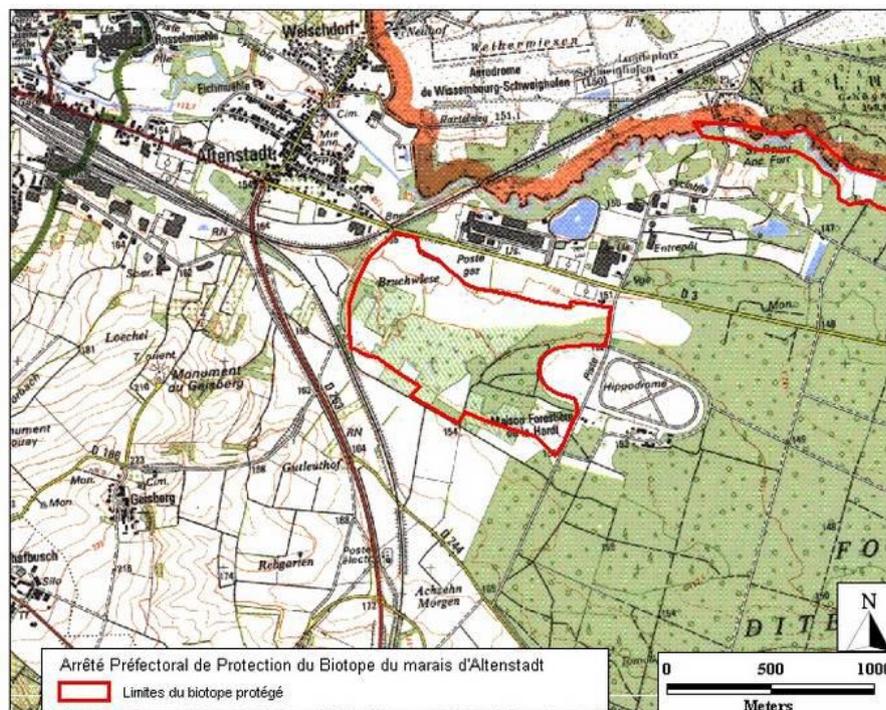


Figure 4 : Localisation du périmètre de l'APB du Marais d'Altenstadt (Source : <http://www.alsace.developpement-durable.gouv.fr>)

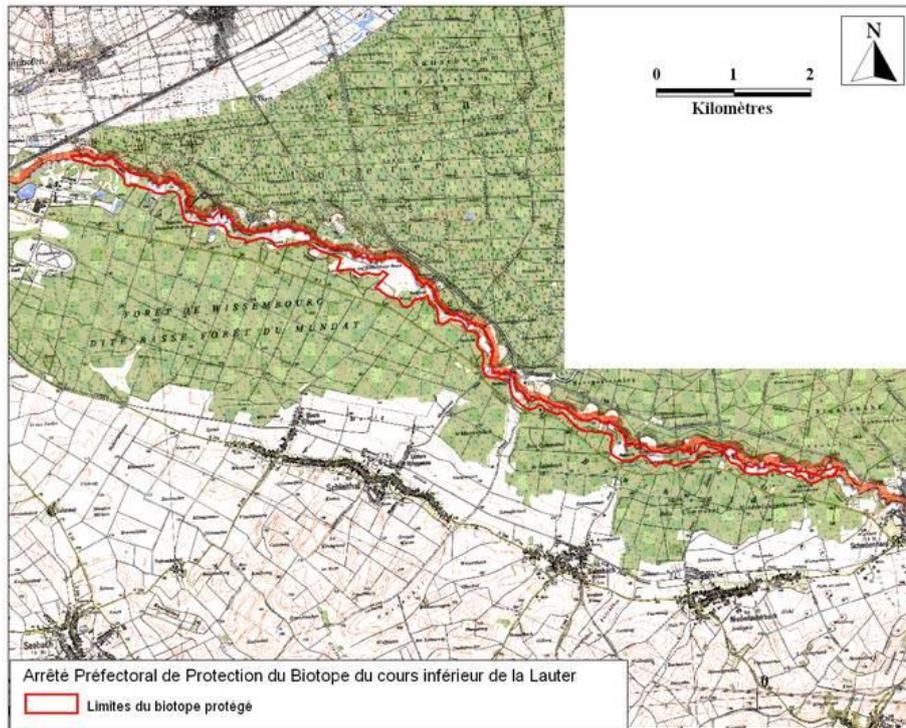


Figure 5 : Localisation du périmètre de l'APB du cours inférieur de la Lauter (Source : <http://www.alsace.developpement-durable.gouv.fr>)



3 PRESENTATION DE LA LAUTER

Cette partie s'inspire directement du bilan des actions menées sur la Lauter par l'association Saumon-Rhin en 2011.

3.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

La Lauter prend sa source dans le Palatinat allemand dans le massif du Pfälzerwald (607 m d'altitude). D'une longueur totale de 96 km, la Lauter s'écoule sur 39 km en France, entre Weiler (à l'ouest de Wissembourg) et Lauterbourg, avant de retourner en Allemagne et de se jeter dans le Rhin (113 m d'altitude). Dernier affluent alsacien du Rhin, la Lauter constitue sur 28 km la frontière Franco-allemande.

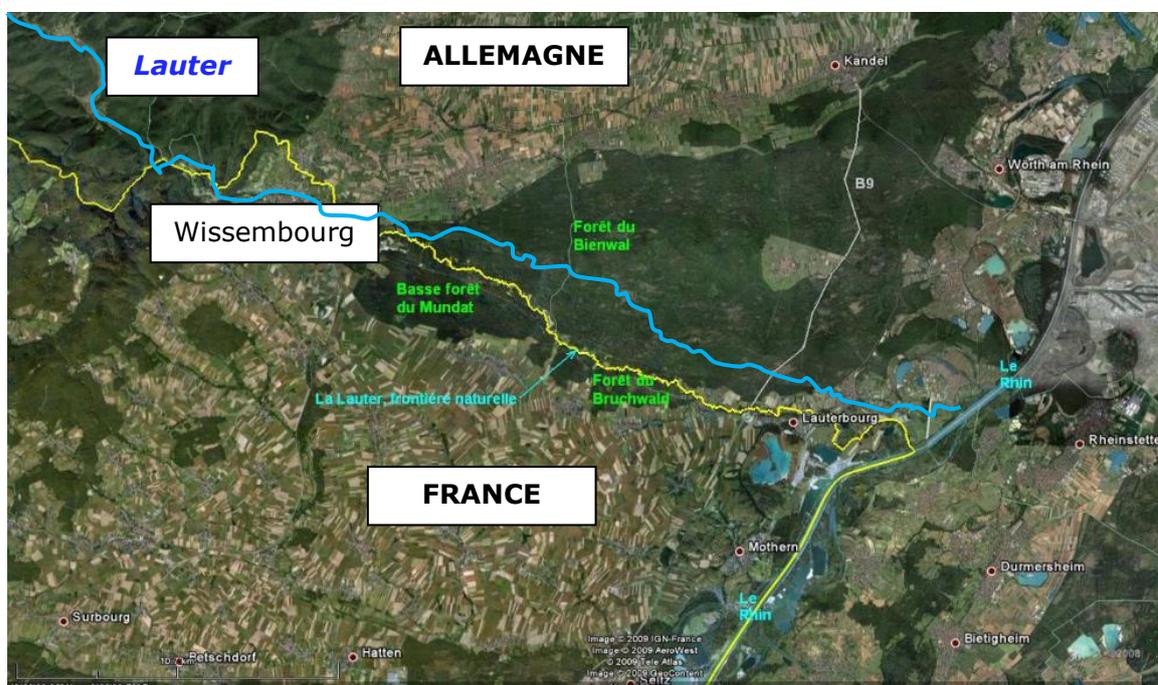


Figure 6 : Parcours de la Lauter de sa source jusqu'au Rhin (Source : Wikipedia)

Le bassin versant de la Lauter couvre une superficie totale de 395 km², dont 93 km² en France où la rivière est alimentée essentiellement par trois affluents en rive droite que sont le Hardtbach (6 km), le Landbach (7 km) et le Siegenbaechel (4 km).

3.2 LINEAIRE D'ETUDE

Le linéaire d'étude (environ 10 km) s'étend de la limite de frontière à la voie ferrée en aval de la STEP communale (cf. figure suivante).

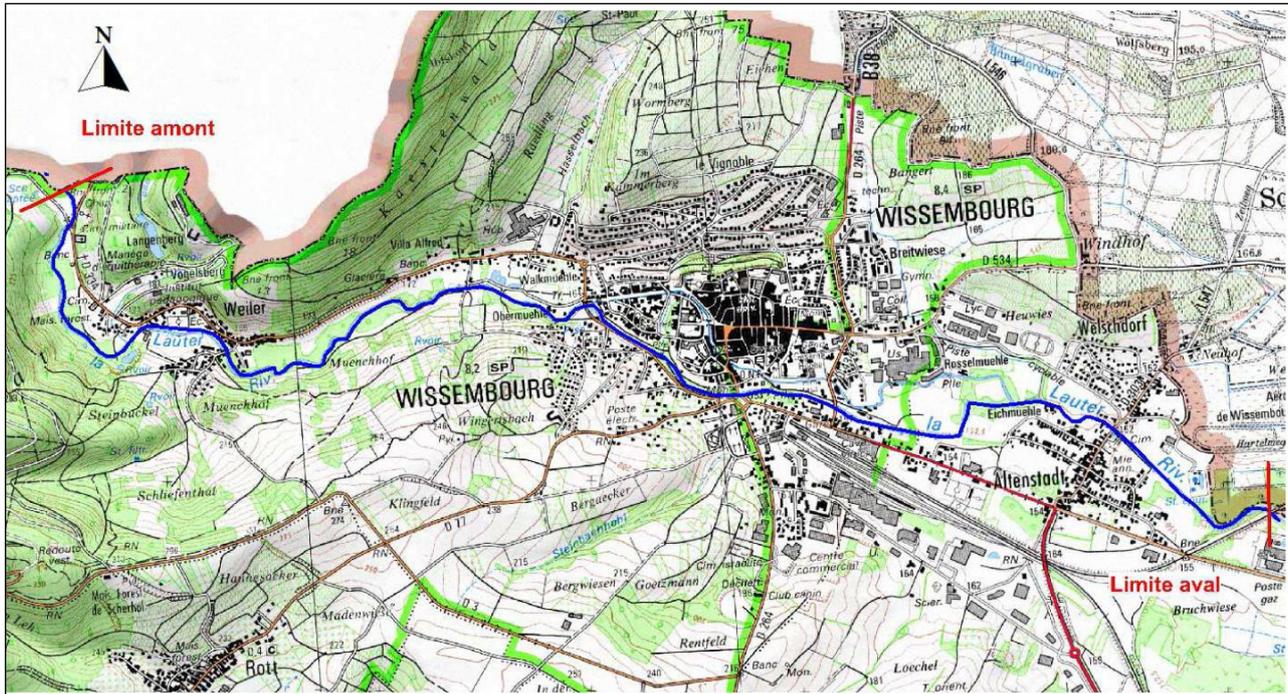


Figure 7 : Linéaire d'étude

3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

La Lauter est un cours d'eau gréseux des Vosges du Nord. La zone d'étude repose essentiellement sur des alluvions postglaciaires, sables et graviers rouges, datées de l'Holocène et du Quaternaire supérieur et moyen. Ces alluvions sont distribuées en nappes peu épaisses sur des sables, argiles et marnes datant du quaternaire ancien, servant de plancher à une nappe phréatique qui affleure dans les parties les plus basses. L'érosion naturelle du substrat gréseux, combinée à la morphologie du cours d'eau, induit un colmatage au sable conséquent et naturel du lit mineur, pouvant impacter sur les frayères des Grands Salmonidés Migrateurs (saumon atlantique et truite de mer). La pente moyenne de la Lauter sur le tronçon français est d'environ 0,2%.

3.4 HYDROLOGIE

Une station hydrométrique située à Weiler en amont du linéaire étudié et à proximité de la frontière franco-allemande permet de suivre quotidiennement l'évolution des débits et des hauteurs d'eau associées. La gestion de la station est assurée par la DREAL. Les débits estimés à partir des données collectées sont les suivants.

Tableau 2 : Débits caractéristiques (m³/s) de la Lauter à Weiler

QMNA5	1.5
Module	2.5
Q2	7.8
Q10	12
Q100	-

3.5 EVOLUTION HYDROMORPHOLOGIQUE

L'analyse des cartes d'état-major (1820-1866) a permis d'évaluer l'évolution du tracé de la Lauter. Deux zones particulièrement remaniées ont été identifiées sur le linéaire étudié :

- En aval de la commune Weiler, un ancien méandre visible sur la carte d'état-major a été coupé (cf. figure suivante) ;



Figure 8 : Evolution du tracé de la Lauter en aval de Weiler (à gauche : carte d'état-major (1820-1866) ; à droite : carte IGN actuelle)

- En aval d'Altenstadt, la Lauter présentait une sinuosité très marquée avec de nombreux méandres. Le tracé de la Lauter a depuis été rectifié sur une distance d'environ 500 m (cf. Figure 9).



Figure 9 : Evolution du tracé de la Lauter en aval d'Altenstadt. A gauche : carte d'état-major (1820-1866) ; à droite : cadastre datant des années 1900, en bas : carte IGN actuelle



3.6 QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

En 2009 côté français, des dépassements aux normes relatives en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), DEHP, Mercure, Phosphore total, Orthophosphates, Zinc et Cuivre ont été constatés sur la Lauter en France. Aucune donnée n'a été trouvée concernant la Lauter côté allemand (Wieslauter).

D'après la base de données du Système d'Information sur l'Eau Rhin-Meuse (SIERM)⁴, l'état écologique et chimique de la Lauter restent respectivement dans un état moyen et mauvais depuis 2011.

3.7 CONTEXTE PISCICOLE

La Lauter est classée cours d'eau à grands migrateurs. Elle constitue un axe migrateur prioritaire pour les saumons et les anguilles. La base de données de pêche de l'ONEMA permet d'estimer l'évolution de la population piscicole depuis 1991. Les espèces les plus rencontrées sur la Lauter entre Weiler et Lauterbourg sont le Spirlin, la Truite de rivière, le Goujon, la Lamproie de Planer et le Chabot. Entre 2008 et 2012, aucun saumon atlantique et seulement trois anguilles ont été recensés à Weiler.

Les **Saumons atlantiques**, les **Truites de mer** et les **Truites de rivière** appartiennent à la famille des Salmonidés. Ce sont des migrateurs amphibiotiques anadromes qui changent de milieu pour réaliser leur cycle biologique. Les adultes vivent en mer et migrent vers l'eau douce (montaison) afin de se reproduire. Les juvéniles, nés en eau douce, migrent par la suite vers la mer (dévalaison). La période de montaison s'étend du printemps à l'automne, et la dévalaison se déroule entre l'hiver et le printemps. Lors des périodes de frai (entre Novembre et Janvier), les substrats recherchés par ces espèces sont les fonds caillouteux et graveleux. Les Salmonidés possèdent des capacités de saut et de nage importantes (cf. **Annexe 1**).

Les **anguilles** appartiennent à la famille des Anguillidés. Ce sont des migrateurs amphibiotiques catadromes qui se déplacent entre l'eau de mer et l'eau douce, mais avec un cycle inversé par rapport aux saumons. Les adultes vivent en eau douce et migrent vers la mer des Sargasses (dévalaison) pour se reproduire. Les juvéniles remontent jusqu'aux estuaires où ils se transforment en anguillettes qui vont coloniser les eaux douces (montaison). La dévalaison a lieu après deux nouveaux stades de croissance (anguille jaune puis anguille argentée). La période de montaison a lieu toute l'année, tandis que la dévalaison a principalement lieu entre l'automne et l'hiver. Les anguilles possèdent des capacités de saut et de nage très limitées (cf. **Annexe 1**).

Les autres espèces piscicoles présentes dans la Lauter n'effectuent des migrations qu'en eau douce (espèces migratrices holobiotiques potamodromes). De manière générale les distances peuvent être très courtes (Lamproie de Planer, Chabot : quelques dizaines à centaines de mètres) mais dans certains cas, elles peuvent atteindre plusieurs dizaines de kilomètres (Truite de rivière).

⁴ <http://rhin-meuse.eaufrance.fr/masseeau?lang=fr&etape=3&massedeau=FRCR207>



3.8 CONTINUITE ECOLOGIQUE

En aval de la Lauter, entre Altenstadt et la confluence avec le Rhin, quatre passes à poissons ont été construites (à partir de 2007) à proximité d'ouvrages anciennement infranchissables pour les espèces cibles. Ces aménagements permettent d'assurer la continuité piscicole entre Lauterbourg et Altenstadt.

Sur le linéaire étudié, le premier ouvrage totalement infranchissable pour les espèces cibles est l'ancien moulin de l'Eichmuehle situé entre Altenstadt et Wissembourg.



Ce qu'il faut retenir...

La Lauter prend sa source dans les montagnes gréseuses du palatinat allemand. Le cours d'eau est un lieu de passage à enjeu pour les poissons « grands migrants » (saumons atlantiques et anguilles). Sur le linéaire étudié, la Lauter a subi d'importantes modifications hydromorphologiques. Entre Lauterbourg et Altenstadt, des aménagements piscicoles récents garantissent la continuité écologique. La Lauter ne répond pas encore au bon état chimique et écologique demandé par la DCE, certains paramètres étant encore déclassant.

3.9 OUVRAGES EXISTANTS

Plusieurs ouvrages jouant un rôle hydraulique ont été recensés sur le linéaire d'étude :

- **à l'amont du centre-ville** : l'ancien moulin du Walkmuehle ;
- **à la diffluence entre le Bras Nord et sud (secteur piscine)** : l'ouvrage Groll et l'ouvrage vanné au droit de la piscine et en entrée du parcours de pêche No-Kill ;
- **au niveau du Faubourg de Bitche (départ du fossé des Tilleuls)** : l'ouvrage Pfistermuehle et l'ouvrage vanné en entrée du fossé ;
- **au niveau de la rue du Tribunal** : l'ouvrage de Brüdermuehle ;
- **à l'aval de la zone d'étude** : l'Eichmuehle.

La carte page suivante présente le linéaire d'étude avec les principaux ouvrages hydrauliques, qui sont également détaillée par la suite.

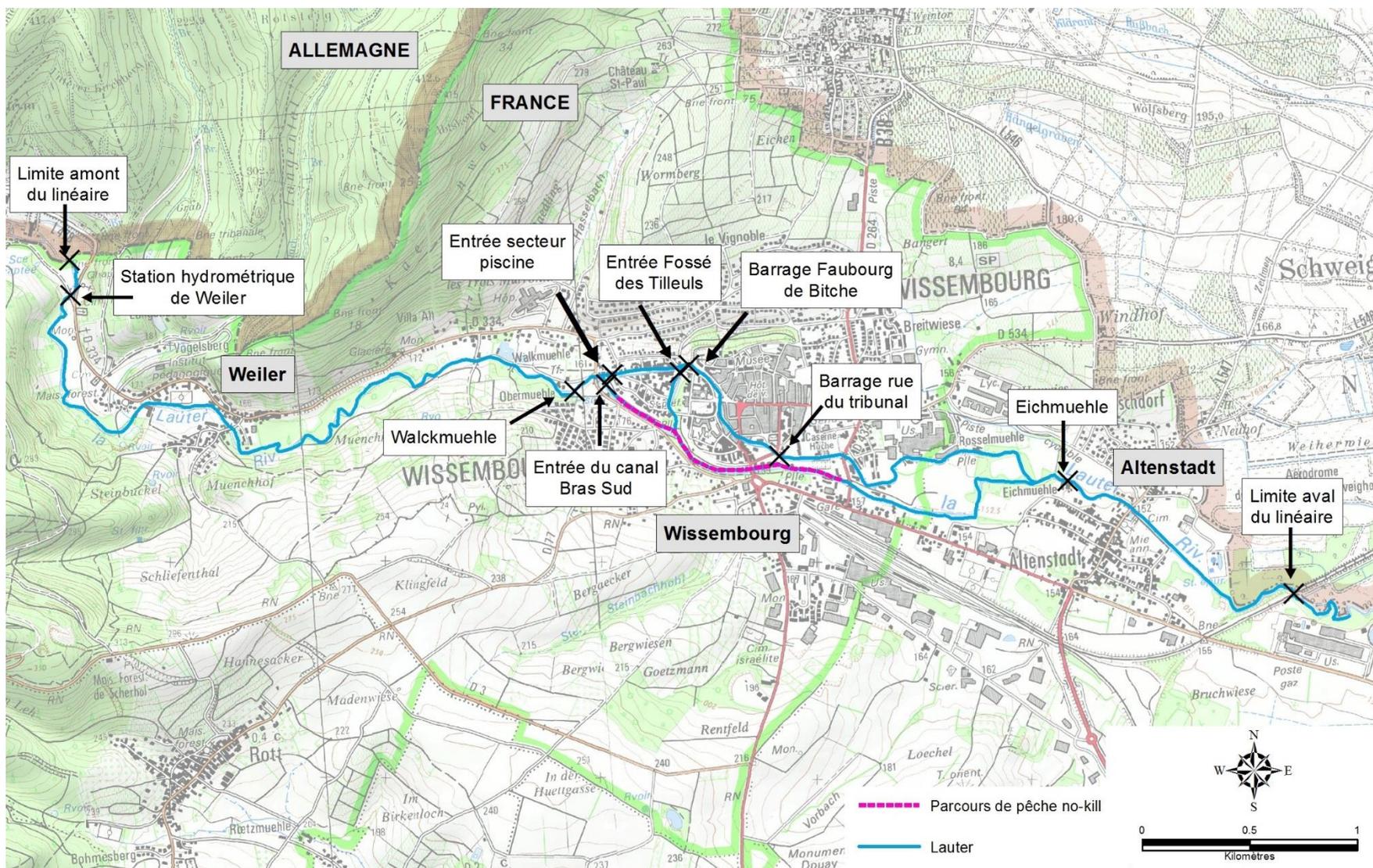


Figure 10 : Linéaire d'étude et principaux ouvrages hydrauliques



3.9.1 DESCRIPTION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Dans cette partie sont présentés de manière détaillée les principaux ouvrages existants sur le secteur d'étude.

Remarque : Sur tous les plans et tableaux détaillant les ouvrages, le système utilisé est le système altimétrique IGN69.

3.9.1.1 Secteur amont

Sur le secteur un ouvrage hydraulique important a été recensé, il s'agit de l'ancien moulin du Walkmuehle. L'ouvrage est composé de 5 passes : deux passes extérieures sur lesquelles on observe encore les deux roues du moulin et trois passes centrales vannées.



Figure 11 : Ancien moulin du Walkmuehle situé secteur amont de Wissembourg

3.9.1.2 Secteur piscine

La figure ci-après présente l'ouvrage au droit de la piscine. Il est décomposé en deux parties :

- **Ouvrage Groll (Bras Nord) ;**
- **Ouvrage du bras de décharge vers le Grabenloch à la piscine (Bras Sud).**

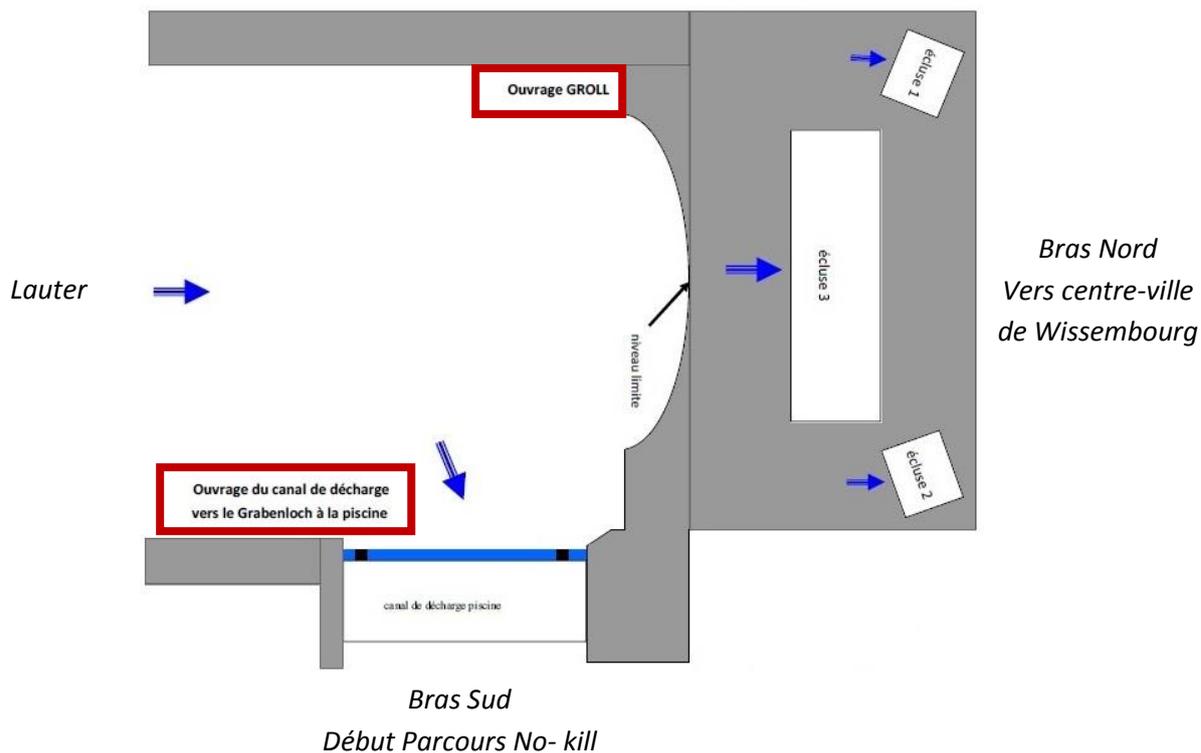


Figure 12 : Schématisation des ouvrages du secteur de la piscine

1. Ouvrage GROLL

L'ouvrage Groll se situe sur la Lauter, au niveau de la diffluence avec le Bras Sud. Il est composé d'un porche d'entrée voûté et de trois passes : deux circulaires sur les côtés et une centrale rectangulaire. En fonctionnement normal, toutes les trois sont en position haute.



Figure 13 : Vue depuis l'amont du porche d'entrée de l'ouvrage

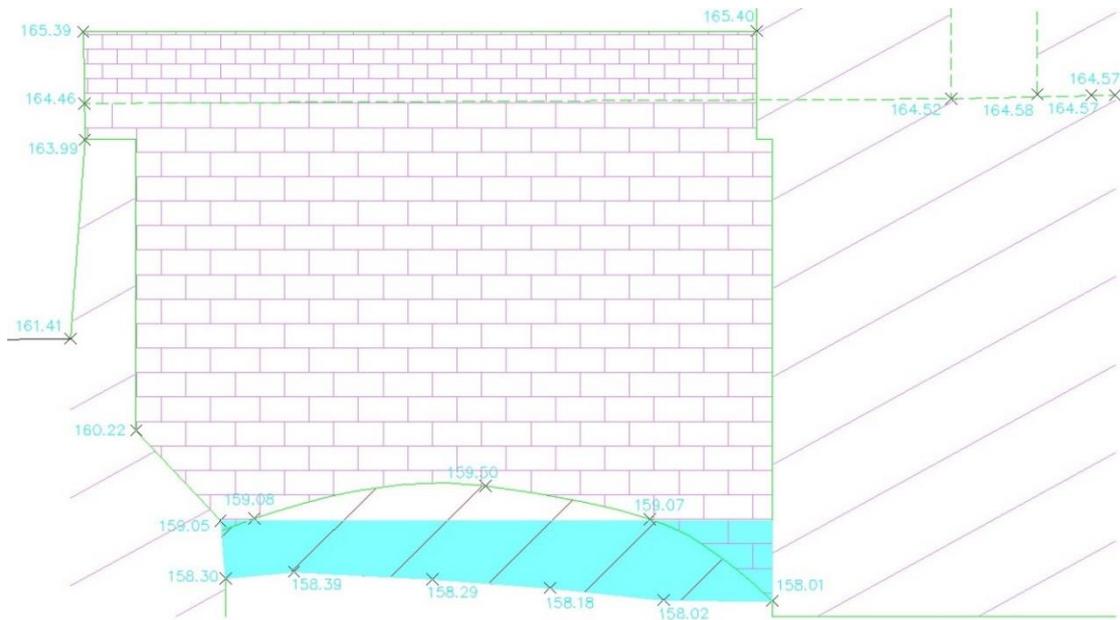


Figure 14 : Plan du porche d'entrée de l'ouvrage



Figure 15 : Vue depuis l'aval des trois écluses de l'ouvrage

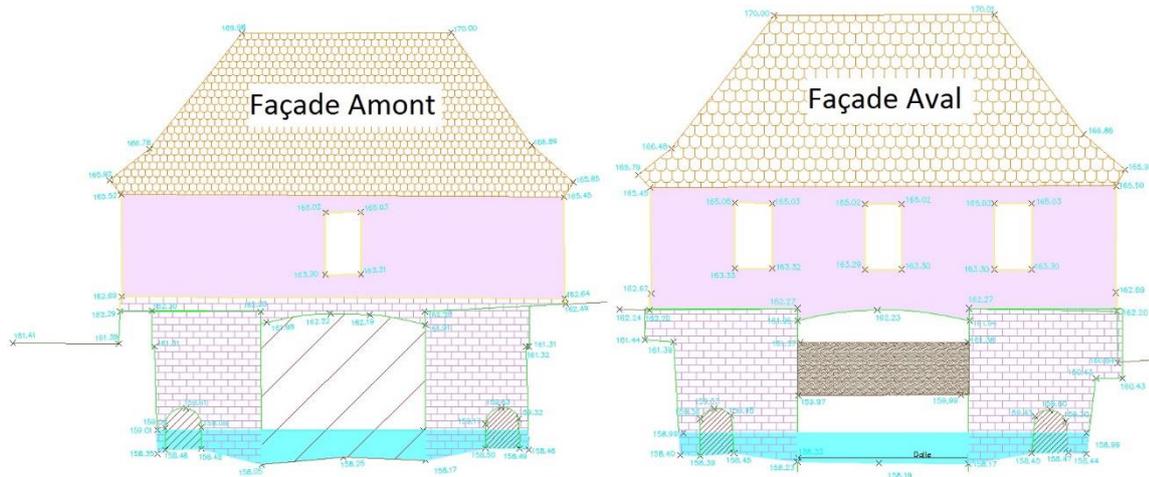


Figure 16 : Plan des trois écluses de l'ouvrage Groll

2. Ouvrage du bras de décharge vers le Grabenloch à la piscine

Côté droit de l'ouvrage Groll se trouve un ouvrage vanné, dirigeant une partie de l'écoulement vers le Bras Sud, soit le parcours de pêche No-Kill.

Pour assurer une continuité d'écoulement permanente dans ce bras de décharge quel que soit le régime hydraulique, des dalles sont placées sous la vanne afin de maintenir une ouverture de 12 cm. Ces cales peuvent être retirées pour une mise à sec du bras de décharge.

En fonctionnement normal l'écluse est abaissée et s'appuie sur les cales.



Figure 17 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de l'ouvrage du bras de décharge

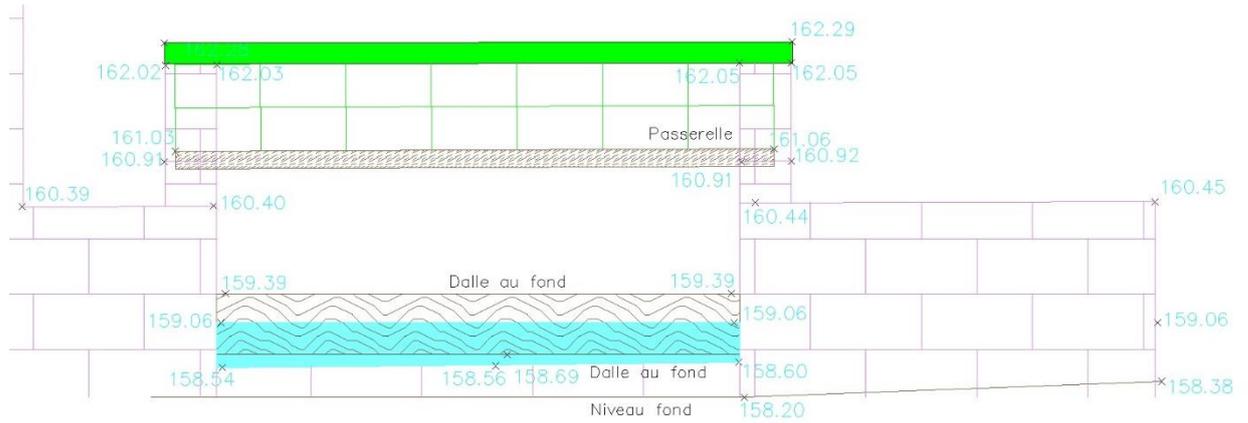


Figure 18 : Plan de l'ouvrage de décharge vers le Grabenloch à la piscine

Tableau 3 : Cotes de l'ouvrage de décharge vers le Bras Sud

Éléments	Niveau du fond	Niveau bas de la vanne	Niveau haut de de la vanne
Cote m NGF	Entre 158.54 et 158.60	158.69	159.39



3.9.1.3 Secteur du Fossé des Tilleuls

La figure ci-après présente l'ouvrage au droit du Faubourg de Bitche à Wissembourg. Il est décomposé en deux parties :

- **Ouvrage Pfistermuehle (Werner Walter / Faubourg de Bitche - rue St Etienne) situé sur le Bras Nord de la Lauter ;**
- **Ouvrage du canal de décharge vers le Fossé des Tilleuls.**

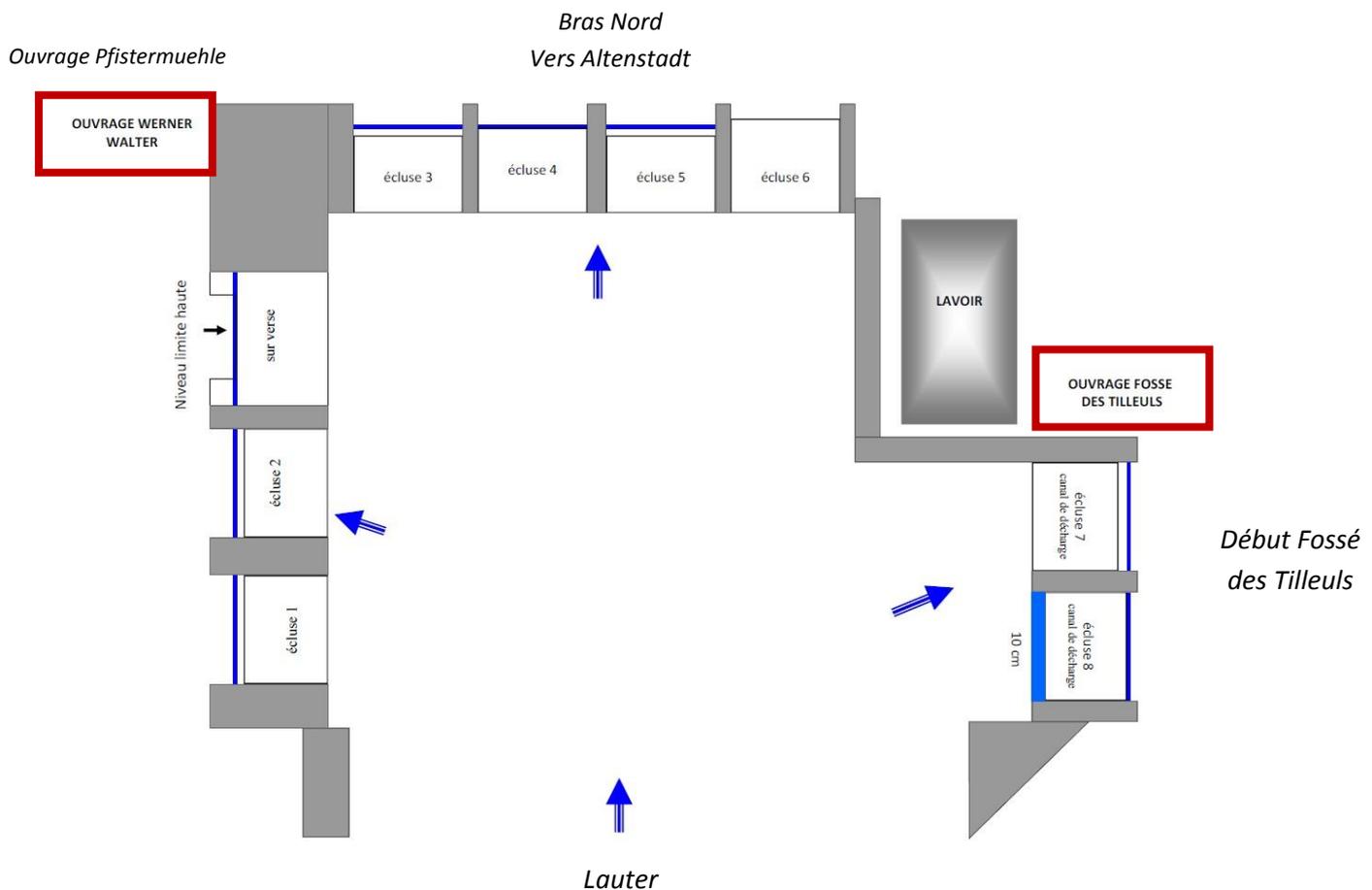


Figure 19 : Schématisation des ouvrages du secteur du fossé des Tilleuls

1. Ouvrage Pfistermuehle (Werner Walter / Faubourg de Bitche et rue St Etienne)

L'ouvrage Pfistermuehle est un ouvrage « en L » situé côté gauche du cours d'eau. Il est constitué de six écluses et d'une surverse. Les écluses de cet ouvrage servent à réguler le débit de la traversée de la ville pour éviter les risques d'inondation. Le déversoir de surverse permet de définir le niveau limite haute dans la gestion des ouvrages. En fonctionnement normal toutes les écluses sont abaissées.

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Figure 20 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la partie gauche de l'ouvrage

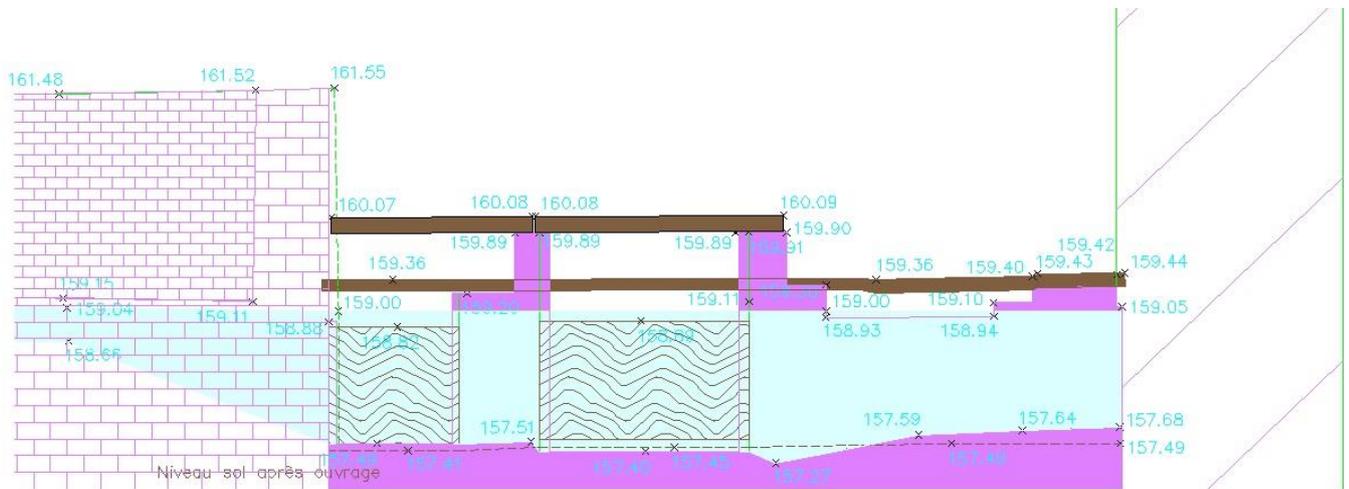


Figure 21 : Plan de la façade amont gauche



Figure 22 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la partie droite de l'ouvrage

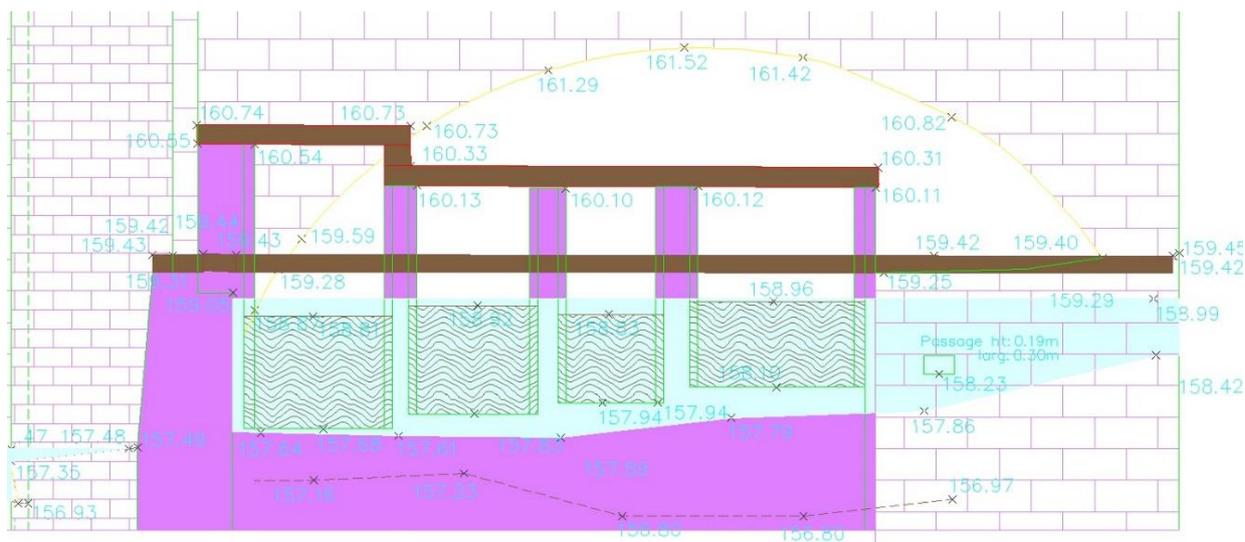


Figure 23 : Plan de la façade amont droite

Tableau 4 : Cotes de surverse et cotes de vannes de l'ouvrage Pfistermuehle en fonctionnement normal

Éléments	Partie gauche de l'ouvrage			Partie droite de l'ouvrage			
	Vanne 1	Vanne 2	Surverse	Vanne 3	Vanne 4	Vanne 5	Vanne 6
Cote m NGF	158.82	158.89	158.94	158.81	158.92	158.83	158.96

2. Ouvrage du canal de décharge vers le Fossé des Tilleuls

A droite de l'ouvrage Pfistermuehle se situe l'ouvrage du canal de décharge vers le fossé des Tilleuls. Il est composé de deux écluses et en aval d'un pont voûté. En fonctionnement normal l'écluse 7 est abaissée, et l'écluse 8 est relevée de 10 cm, afin de maintenir un écoulement minimum dans le Fossé des Tilleuls.



Figure 24 : Vue amont et aval du canal de décharge

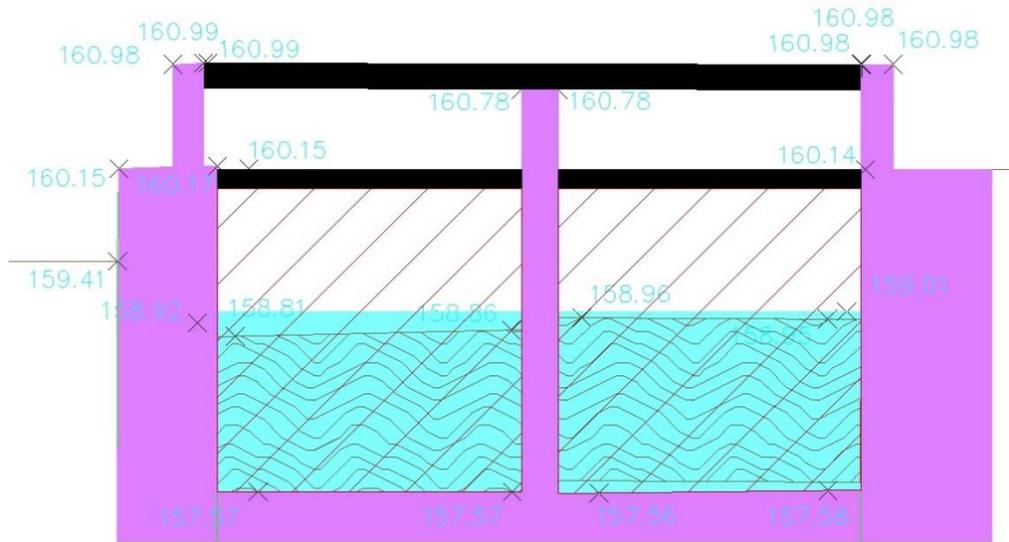


Figure 25 : Plan du canal de décharge vers le fossé des Tilleuls

Tableau 5 : Cotes de surverse et cotes de vannes du canal de décharge vers le fossé des Tilleuls

Éléments	Vanne 7	Vanne 8
Cote m NGF	158.81	158.96



3.9.1.4 Secteur Bras Nord aval : Ouvrage Brüdermuehle (Bittlinger / Rue du Tribunal – Quai des Frères)

La figure ci-après présente l'ouvrage au droit de la rue du Tribunal sur le Bras Nord de la Lauter en centre-ville de Wissembourg. Il est décomposé en deux parties, toutes les deux reconnectées quelques mètres plus loin.

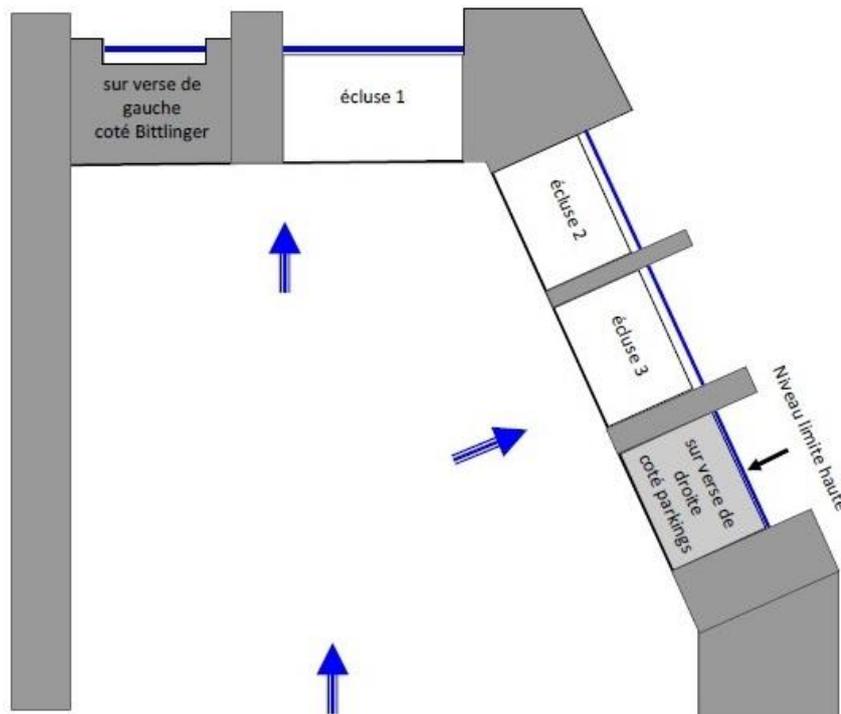


Figure 26 : Schématisation de l'ouvrage Brüdermuehle

L'ouvrage Brüdermuehle (barrage rue du Tribunal) est composé de trois écluses (vannes) et deux surverses fixes. La surverse de droite sert d'indicateur de niveau limite haute pour la gestion des ouvrages par temps de pluie (cf. 3.9.3). En fonctionnement normal toutes les vannes sont abaissées.



Figure 27 : Vue aval de l'ouvrage Brüdermuehle



Figure 28 : Vue amont de l'ouvrage Brüdermuehle

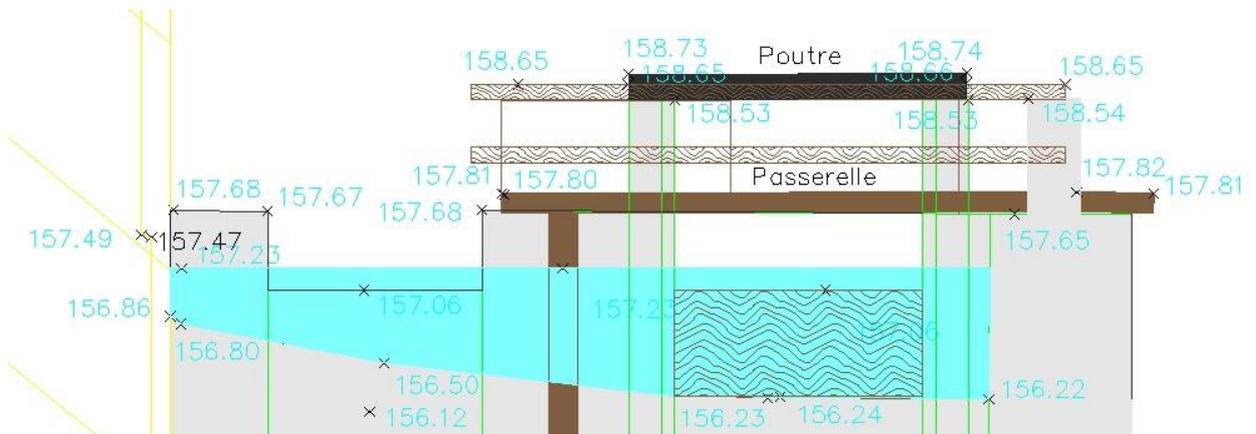


Figure 29 : Coupe de la façade amont gauche



Figure 30 : Vue amont de la partie droite de l'ouvrage

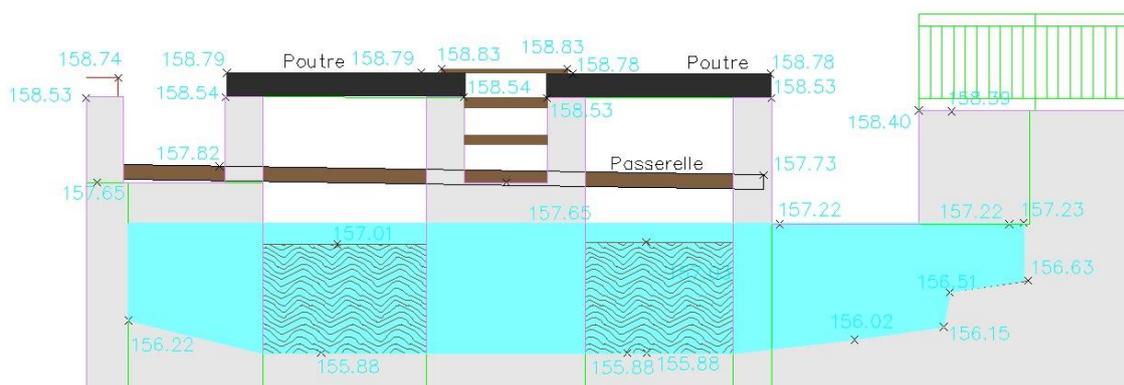


Figure 31 : Plan de la façade amont droite

	Partie gauche de l'ouvrage		Partie droite de l'ouvrage		
Éléments	Surverse de gauche	Vanne 1	Vanne 2	Vanne 3	Surverse de droite
Cote m NGF	157.06	157.06	157.01	157.03	157.22

Tableau 6 : Cotes de surverse et cotes de vannes de l'ouvrage Brüdermuehle en fonctionnement normal

3.9.1.5 Secteur aval : L'Eichmuehle

Cet ouvrage, de propriété privée, présente un état de dégradation avancé au niveau des organes manœuvrables. Il est actuellement infranchissable et bloque l'accès aux frayères amont ce qui constitue le premier obstacle depuis l'aval à la continuité écologique de la Lauter.

Il devra faire l'objet de travaux afin d'assurer le passage de espèces migratrices.



Figure 32 : L'ouvrage Eichmuehle

3.9.2 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Consciente de la sensibilité à la problématique d'inondations, la commune a mis en place depuis quelques années un système d'entretien, de surveillance et de gestion de ces ouvrages afin notamment de réduire les risques d'inondation.

3.9.2.1 Entretien périodique

Dans le cadre de l'entretien du cours d'eau, la commune réalise de manière hebdomadaire des chasses contrôlées d'eau au droit des ouvrages vannés afin de restituer les sédiments à l'aval des ouvrages. Cette intervention est effectuée en règle générale, vers la fin de la semaine par l'agent désigné. L'opération dure environ quelques heures de façon à effectuer une chasse permettant l'évacuation des sables et sédiments accumulés dans le lit de la rivière de manière progressive afin de ne pas provoquer un impact à l'aval.



3.9.2.2 Surveillance

Une équipe d'astreinte composée de deux personnes du Service Technique de la commune est responsable du suivi permanent de la Lauter et des interventions sur site permettant d'assurer le bon fonctionnement des ouvrages et de réduire ainsi les risques d'inondation.

Pour réaliser cette surveillance, la commune s'appuie sur un certain nombre d'informations existantes et notamment :

- les débits et hauteurs d'eau mesurés par la station hydrométrique située à Weiler ;
- les prévisions météorologiques ;
- les niveaux d'eau de la Lauter au droit des ouvrages hydrauliques lors de la traversée de Wissembourg.

Ces données permettent d'évaluer l'état de fonctionnement du système, d'anticiper les périodes de veille et de déclencher les interventions sur site.

Le cadre général de cette surveillance a été d'ores et déjà défini par la commune dans un document définissant les seuils d'alerte pour la gestion des vannes en période de crues. Les principales informations décrites dans ce document sont présentées dans le chapitre suivant.



A noter que ...

La gestion des ouvrages vannés est réalisée, jusqu'à présent, de manière manuelle par un agent avisé, ce qui impose un certain nombre d'inconvénients. Parmi eux on peut signaler :

- *Gestion décalée des vannes en raison de la contrainte de déplacement de l'agent en charge ;*
- *Mobilisation des agents pendant une crue importante avec tout le risque associé à une intervention lors des conditions météorologiques défavorables ;*
- *Expertise de terrain détenue par un nombre limité de personnes.*

3.9.3 DESCRIPTION DU MODE ACTUEL DE GESTION HYDRAULIQUE DES VANNES

Les ouvrages situés sur le secteur urbain font l'objet d'un suivi et d'interventions spécifiques afin d'éviter au maximum les risques de débordements du cours d'eau et des inondations au droit des maisons.

Les consignes de gestion par temps de crue ont été définies par la commune en intégrant le savoir-faire de l'équipe. Elles ont été associées à des niveaux d'eau de



référence sur certains ouvrages hydrauliques. **En effet, dès que le niveau d'eau atteint les niveaux de référence limite (ou seuils d'alerte), toutes les vannes des ouvrages hydrauliques situés sur le secteur d'étude sont ouvertes manuellement en opérant de l'aval vers l'amont et en privilégiant en priorité les bras de décharge de la piscine et du fossé des Tilleuls.**

Les niveaux d'eau de référence limite déclenchant la gestion dite « **période de crue** » des ouvrages (toutes les vannes ouvertes) sont détaillés ci-dessous.

1. Secteur Bras Nord – Bras Sud Piscine

- **Ouvrage Groll (Bras Nord)** : Le seuil d'alerte sur le secteur de la piscine est déclenché quand la Lauter atteint le haut du porche d'entrée de l'ouvrage.

Cote du seuil d'alerte au droit de l'ouvrage de la piscine = 159.50 m NGF.

2. Secteur Fossé des Tilleuls (Faubourg de Bitche)

- **Ouvrage Pfistermuehle (Werner Walter)** : A partir du moment où l'eau atteint 10 cm au-dessus de la surverse bétonnée située côté gauche de l'ouvrage entre les écluses N°2 et N°3 (cote lame 158.94 m NGF, Figure 21).

Cote du seuil d'alerte au droit de l'ouvrage du Faubourg de Bitche = 159.04 m NGF.

- **Ouvrage vanné d'alimentation du fossé des Tilleuls** : Pas de niveau limite, néanmoins il faut surveiller le risque de débordement du canal de décharge.

3. Secteur Bras Nord aval (Ouvrage Brüdermuehle - rue du Tribunal) :

Deux niveaux d'alerte ont été définis au droit de cet ouvrage :

- **Premier niveau d'alerte** : A partir de 5 cm au-dessus de la surverse droite bétonnée coté parking (cote lame : 157.22 m NGF, Figure 31: Plan de la façade amont droite) les premières inondations ont lieu au droit de caves de maisons proches.

Cote du seuil d'alerte au droit de l'ouvrage Brüdermuehle = 157.27 m NGF.

- **Deuxième niveau d'alerte** : A partir du moment où l'eau atteint le niveau de canalisation de gaz, des inondations généralisées ont lieu dans le secteur urbain.



4 ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

4.1 ETUDE HYDROLOGIQUE

4.1.1 DONNEES DISPONIBLES

L'hydrologie de la Lauter sur le bassin versant étudié est disponible grâce à la station hydrométrique de Weiler, située à proximité de la limite amont du secteur étudié. Les débits caractéristiques sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Débits caractéristiques à l'étiage, moyen et en crue (m³/s) à la station hydrométrique de Weiler

QMNA5	1.5 m ³ /s
Module	2.5 m ³ /s
Q2	7.8 m ³ /s
Q10	12 m ³ /s
Q50	16 m ³ /s
Q100	Non calculé

4.1.2 DETERMINATION DE LA CRUE CENTENNALE

En l'absence de données disponibles, le débit d'une crue de période de retour centennale (Q100) est estimé dans le cadre de la présente étude à partir de la méthode de transformation pluie-débit du Gradex « Esthétique » (ou aussi appelé « Progressif »). C'est une approche probabiliste du calcul des débits de crue extrême, soit des événements de durée de retour comprise entre cent et dix mille ans.

Les résultats de l'analyse probabiliste réalisée sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Calcul des débits de crue extrême par la méthode du Gradex

Période de retour	Variable Gumbel (u)	Gradex progressif	
		Q _{moyen} (m ³ /s)	Q _{ix} (m ³ /s)
10	2.3	8.4	12.0
100	4.6	15.4	22.0
500	6.2	23.3	33.2
1000	6.9	26.9	38.4
10000	9.2	39.4	56.1

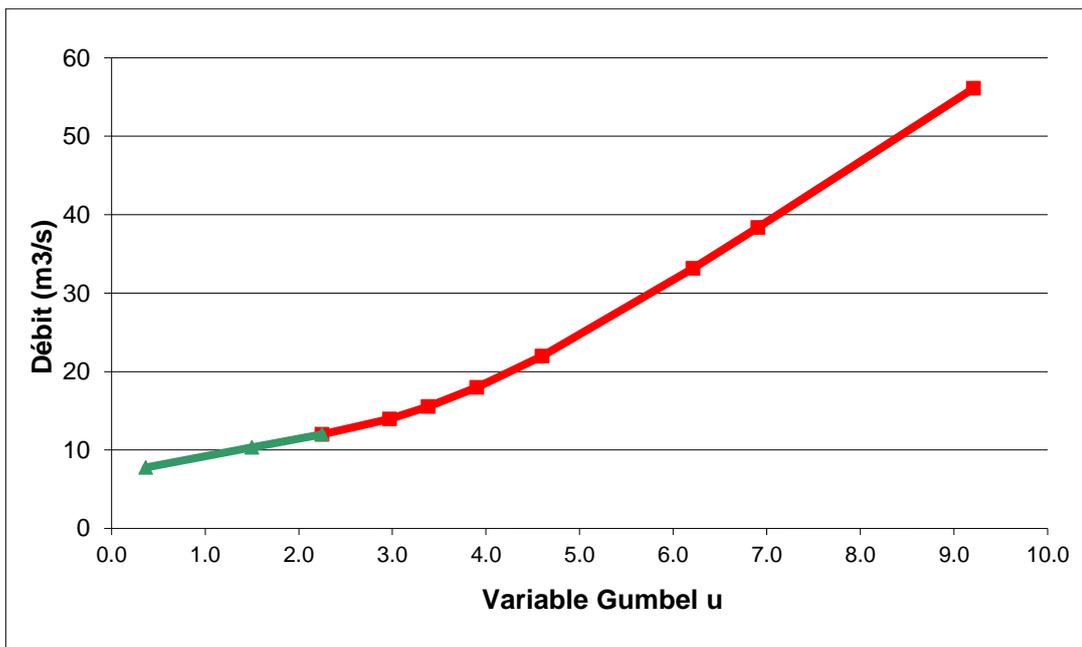


Figure 33 : Courbe des débits de crue extrême d'après la méthode du Gradex

La première partie de courbe (vert) est tracée à partir des données disponibles, soit les débits pour les crues courantes à moyennes, inférieures à une période de retour décennale, déterminées à la station hydrométrique de Weiler. La seconde partie (rouge) correspond à l'estimation de débits de crues exceptionnelles réalisée d'après la *méthode du Gradex Progressif*.

Le Q_{ix} est le débit maximal instantané, c'est donc la valeur que l'on retiendra pour notre étude. Le débit centennal obtenu est donc **22 m³/s**.



4.2 MODELISATION HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique de la Lauter a deux buts :

- Définir la répartition des débits au niveau des ouvrages hydrauliques en centre-ville pour Q_{MNA5} , Module et Q_2 avec différents scénarii de fonctionnement des ouvrages ;
- Déterminer les zones inondables pour Q_{100} en configuration « crue », à savoir, toutes les vannes ouvertes et proposer un protocole de gestion des vannes visant à réduire les risques.

4.2.1 PRESENTATION DE L'OUTIL : LOGICIEL MIKE 11

SAFEGE utilise pour la modélisation des écoulements en rivière le logiciel MIKE 11 développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI). MIKE 11 est un logiciel de modélisation filaire, qui permet de décrire les écoulements en lit mineur et en lit majeur, ainsi que les déversements par-dessus les berges.



MIKE 11 résout les équations de Barré St Venant en régime transitoire (variation du débit et des hauteurs d'eau en fonction du temps).

Les tronçons des rivières sont décrits par une succession de profils en travers. Les biefs délimités par les profils sont caractérisés par un coefficient de Strickler, qui correspond à la rugosité du lit mineur et des berges du lit majeur, et d'une pente. Les ouvrages traversants et latéraux peuvent également être représentés.

Pour modéliser les débordements et les transferts possibles à travers les cours d'eau, un modèle 1D à casier est réalisé dans cette étude. Cela consiste à intégrer des branches fictives dans le modèle, là où les principaux débordements ont lieu.

4.2.2 CONSTRUCTION DU MODELE

La construction du modèle hydraulique nécessite d'intégrer les données disponibles dans le modèle. Ces données sont de trois types et sont toutes obtenues par un géomètre :

- Le tracé précis de la Lauter ;
- La topographie du linéaire via une succession de profils en travers ;
- Les dimensions des ouvrages hydrauliques. Quatre catégories d'ouvrages sont modélisées : les ponts, les arches, les ouvrages vannés, et les déversoirs (ou sections déversantes).

Le modèle repose sur une succession de profils et d'ouvrages (1^{er} profil / 1^{er} ouvrage / 2^e profil ...). Au niveau de chaque profil, une hauteur d'eau est calculée (pour un débit « source » préalablement renseigné). Le logiciel calcule par la suite le débit transitant dans l'ouvrage situé entre les profils.

Au total, 103 profils ont été réalisés par le géomètre. Des profils supplémentaires ont été créés par interpolation afin de représenter au mieux la section d'écoulement de certains ouvrages.

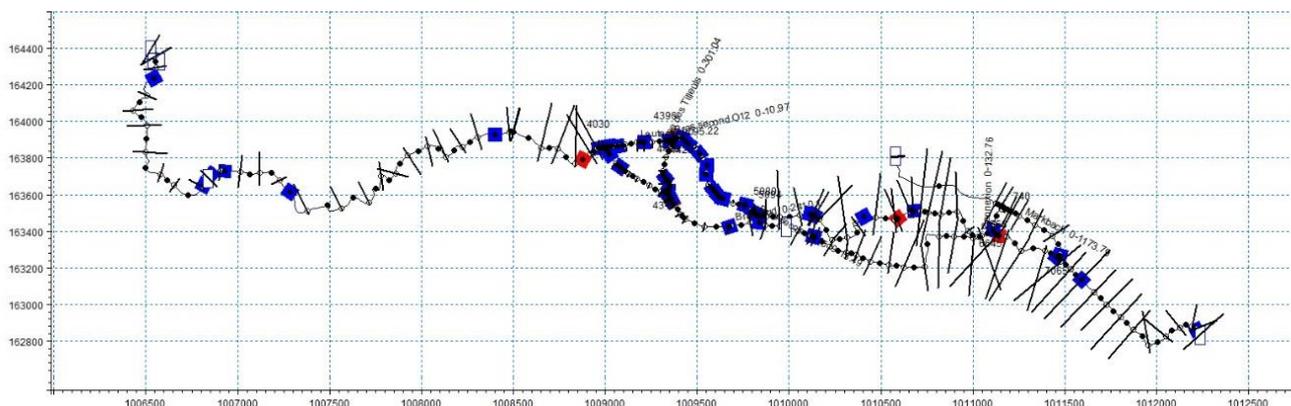


Figure 34 : Modèle 1D sur Mike 11

L'image ci-dessus représente l'interface Mike 11 et le modèle réalisé. On y retrouve les profils en travers en traits noirs, et deux types d'ouvrages : les ponts et seuils (en bleu) et les buses (en rouge).

4.2.3 CALAGE DU MODELE

La phase de calage du modèle est une étape indispensable afin de s'assurer la bonne représentativité du modèle. Elle consiste à comparer les résultats d'une simulation avec les mesures réalisées sur la même période (donc le même débit) et ajuster les paramètres du modèle en fonction des éventuels écarts obtenus pour rapprocher le fonctionnement du modèle hydraulique de la réalité. Pour une modélisation hydraulique de cours d'eau, le principal paramètre de calage est le coefficient de Strickler, qui correspond à la rugosité du lit mineur.

■ Critères de validation du calage :

Trois degrés de précision sont proposés pour évaluer la précision du calage du modèle.

Tableau 9 : Critères d'évaluation du calage du modèle hydraulique

Critère	Seuil	Caractérisation
Ecart par rapport à la ligne d'eau	Ecart < 20 %	Précis
	20 % < Ecart < 40%	Acceptable
	Ecart > 40%	Non satisfaisant

■ Configuration testée :

Le calage a été réalisé à partir des données disponibles, notamment les relevés de lignes d'eau réalisés les journées du 17 et 18/06/2015 par le géomètre sur l'intégralité du linéaire.

Pour ces mêmes jours, la DREAL a fourni à SAFEGE le relevé des hauteurs d'eau enregistrées à la station hydrométrique de Weiler, ainsi que la courbe de tarage permettant de retranscrire les débits associés. Sur ces deux jours, la hauteur d'eau à Weiler variait de 401 à 410 mm, ce qui correspond à un débit de 1.82 m³/s. Ce débit est donc injecté au modèle hydraulique en tant que conditions aux limites.



Pour le calage, une question importante concerne l'état d'ouverture des vannes lors du relevé des lignes d'eau. L'ensemble des vannes est considéré fermé, à l'exception des vannes alimentant le Bras Sud de la Lauter qui sont modélisées ouvertes.

Tableau 10 : Etat des vannes pour le calage du modèle à l'étiage. Les ouvertures sous vanne ont été relevées par un géomètre

	Walkmuehle	Entrée Bras Sud	Faubourg de Bitche	Entrée fossé des tilleuls	Brüdermuehle (rue du tribunal)	Connexion Markbach	Eichmuehle
Etat des vannes	Fermées	Ouverte (12 cm)	Fermées	Fermées	Fermées	Ouvertes (5 cm)	Fermée

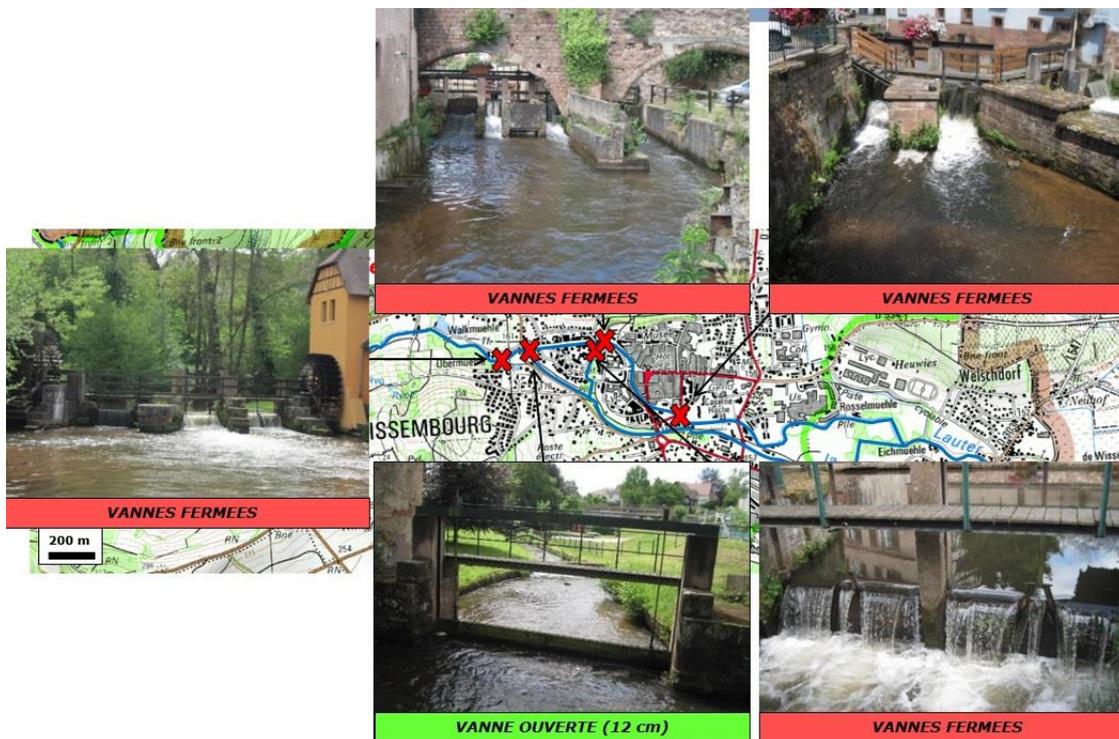


Figure 35 : Visualisation de l'état des vannes pour le calage

Une rugosité moyenne est déterminée afin de représenter le fonctionnement de la Lauter sur la zone d'étude. Un coefficient de Strickler $K=28 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ a ainsi été appliquée à l'intégralité du lit de la Lauter. Cette valeur est cohérente avec les rugosités d'un cours d'eau naturel. La Lauter présente des tronçons variés et marqués par un ensablement et des vitesses d'écoulement variables ; malgré cela la rugosité reste dans une faible plage de valeur, une moyenne de $K=28 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ est donc adaptée.

Dans un premier temps, une même rugosité ($n=0.04$ soit $K=25$) a été affectée aux ponts et aux ouvertures sous vannes. Après les premiers tests et comparaisons avec les mesures, la rugosité de l'arche à l'entrée de Wissembourg (ouvrage Pfistermuehle, 1) a été augmenté ($n=0.07$), le débit transitant par celle-ci ayant été jugé trop important.

L'estimation des pertes de charges, peu maitrisables, est restée par défaut celle du logiciel.



■ Résultats du calage :

Les niveaux d'eau relevés par le géomètre et modélisés sont comparés pour plusieurs profils en travers et pour les différents ouvrages. Le tableau suivant récapitule les résultats du calage suivant le degré de précision.

Tableau 11 : Précision du modèle à l'étiage

Linéaire	Nombre de points de comparaison	Précis Ecart < 20%	Acceptable 20% < Ecart < 40%	Non satisfaisant Ecart > 40%
Amont - Bras Nord - aval confluence	38	87%	13%	0%
Bras Sud	10	70%	30%	0%
Fossé des tilleuls	5	40%	40%	20%

Remarque :

- Le fossé des Tilleuls présente 20% de résultats non satisfaisant, mais sur un échantillon de 5 points, cela ne représente qu'un seul point de comparaison dans le modèle.
- Pour des modélisations en crue, le modèle a été validé d'après la cartographie des zones inondées par la crue de février 1997.
- Les résultats détaillés du calage sont présentés en **Annexe 2**.



Ce qu'il faut retenir...

Les résultats du calage à l'étiage sont satisfaisants. Les écarts entre les hauteurs d'eau mesurées et modélisées sont faibles pour le modèle à l'étiage, et le niveau d'ajustement du modèle est estimé précis pour la plupart des points. Au vu de ces résultats, le fonctionnement hydraulique de la Lauter est considéré comme bien représenté par le modèle.



4.3 RESULTATS DU DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

4.3.1 SCENARIOS TESTES

Plusieurs scénarios sont étudiés dans le cadre de la présente mission avec différents débits retenus. A chaque scénario hydrologique est associée une configuration spécifique du système hydraulique.

Le tableau suivant présente les débits testés et la configuration du système associée.

Tableau 12 : Définition des différents scénarios étudiés

Débits retenus	Configuration étudiée
Modélisation de la période d'étiage	
Q_{MNA5} , Q_{Module}	- Etiage - Toutes vannes fermées
Q_2	- Etiage - Toutes vannes fermées - Crue - Toutes vannes ouvertes - Intermédiaire N°1 : Ouverture unique de la vanne de répartition amont (piscine) - Intermédiaire N°2 : Ouverture unique de la vanne de décharge du Fossé des Tilleuls - Intermédiaire N°3 : Ouverture de la vanne de répartition amont et de la vanne de décharge du Fossé des Tilleuls
Modélisation des crues Q_{10} et Q_{100}	
Q_{10} , Q_{100}	- Crue - Toutes vannes ouvertes

- **Configuration étiage (Toutes les vannes fermées)** est identique à celle du calage, soit toutes les vannes sont abaissées complètement à l'exception de la vanne de dérivation vers le Bras Sud, ouverte de 12 cm par le fond. La vanne de l'ouvrage de décharge du fossé des Tilleuls est également ouverte de 10 cm par le fond, comme indiqué sur les plans des ouvrages. Trois simulations ont été réalisées : Q_{MNA5} , Q_{Module} et Q_2 .
- **Configuration crue (Toutes les vannes ouvertes)** a été appliquée à l'ensemble des ouvrages du secteur d'étude. Les ouvertures sont présentées dans le tableau suivant.

Ci-dessous les ouvertures des vannes pour les différents ouvrages.



Tableau 13 : Ouvertures maximales des vannes pour la modélisation en crue (*)

	Walkmuehle	Entrée Bras Sud (Piscine)	Pfistermuehle	Brüdermuehle	Entrée fossé des tilleuls	Connexion Markbach	Eichmuehle
Etat des vannes	Ouvertes	Ouverte	Ouvertes	Ouvertes	Ouvertes	Ouverte	Ouverte
Vanne 1	0,7	2,8	0,64	94	1,35	0,9	1.80
Vanne 2	1,2	-	0,68	50	1,35	1	-
Vanne 3	-	-	0,76	50	-	-	-
Vanne 4	-	-	1,32	-	-	-	-
Vanne 5	-	-	1,32	-	-	-	-
Vanne 6	-	-	1,35	-	-	-	-

(*) Les ouvertures des vannes sont connues suite aux visites de terrain pendant lesquelles des mesures sur les ouvrages ont pu être prises.

Trois crues (Q_2 , Q_{10} et Q_{100}) ont été modélisées en configuration crue (toutes vannes ouvertes). En complément, la crue biennale a été modélisée dans d'autres configurations crue, cette fois-ci en intégrant une défaillance dans la gestion de vannes par temps de crue avec l'ouverture unique des vannes d'un (ou deux) ouvrage (s). Il s'agit de :

- **Configuration Crue Intermédiaire N°1** : Ouverture unique de la vanne de répartition amont (piscine) ;
- **Configuration Crue Intermédiaire N°2** : Ouverture unique de la vanne de décharge du Fossé des Tilleuls ;
- **Configuration Crue Intermédiaire N°3** : Ouverture de la vanne de répartition amont et de la vanne de décharge du Fossé des Tilleuls.

L'objectif de l'intégration de ces configurations intermédiaires est d'évaluer l'impact de l'ouverture unique d'un ouvrage hydraulique sur le niveau d'eau et le niveau d'aggravation attendu du risque d'inondation.

Dans les tableaux suivants nous présentons pour chaque scénario étudié les résultats de l'analyse sous forme de débit et cote d'eau au droit des principaux ouvrages hydrauliques.



4.3.1.1 Résultats de la simulation hydraulique pour un débit d'étiage Q_{MNA5}

Le tableau suivant présente les résultats des simulations du Q_{MNA5} dans une configuration « étiage » (toutes les vannes fermées) :

Tableau 14 : Débits et cotes d'eau pour la simulation toutes vannes fermées pour un débit Q_{MNA5}

Débit : Q_{MNA5} (1.5 m³/s) / Configuration : Toutes les vannes fermées

Ouvrage	Walkmuehle	Vanne de dérivation Bras Sud	Ouvrage Groll	Ouvrage Fossé des Tilleuls	Ouvrage Pfistermuehle	Ouvrage Brüdermuehle (rue du tribunal)	Ouvrage Eichmuehle
H amont (m NGF)	160.36	158.97	158.97	158.94	158.94	157.12	152.69
H aval (m NGF)	159.12	158.54	158.95	158.06	157.17	156.00	151.74
Chute (m)	1.24	0.43	0.02	0.88	1.77	1.12	0.95
Q aval (m ³ /s)	1.50	1.05	0.45	0.17	0.28	0.28	1.36

La répartition de débits déterminée à partir de la simulation d'un débit d'étiage Q_{MNA5} est la suivante :

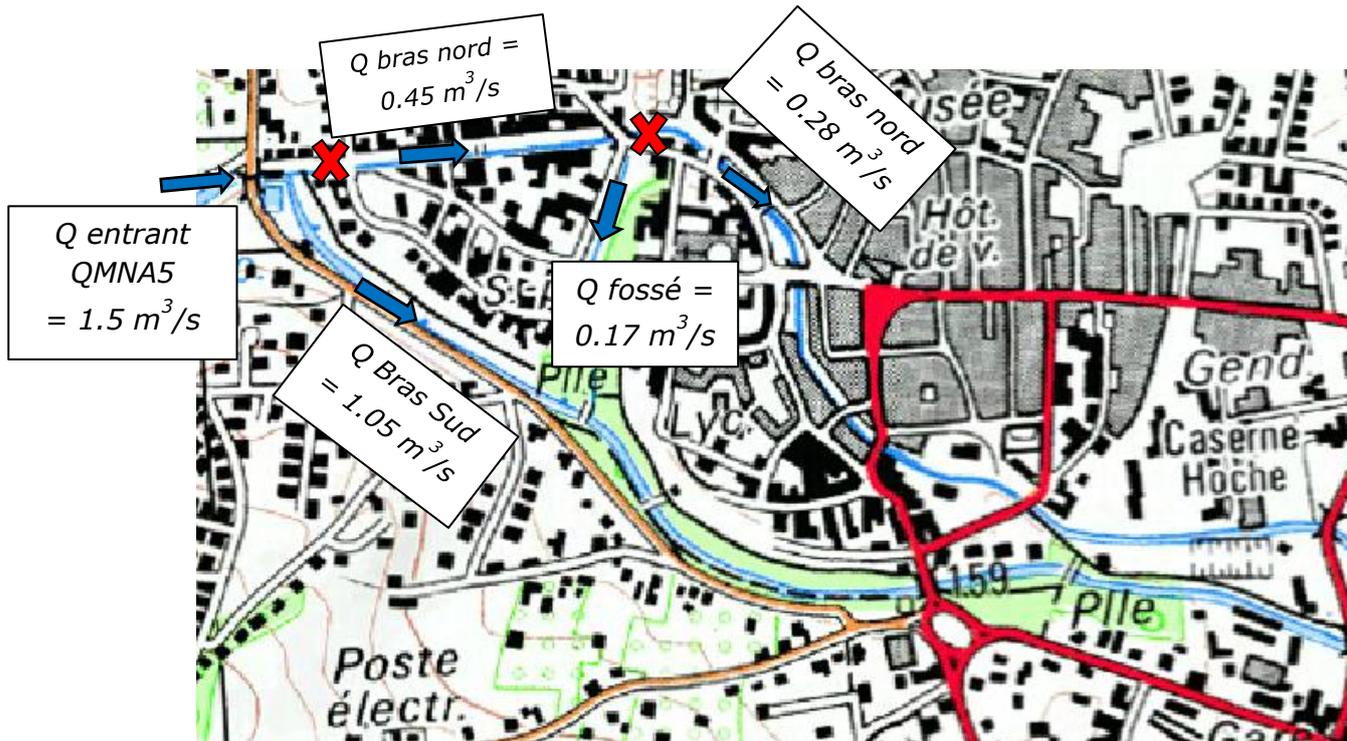


Figure 36 : Répartition de débits correspondant au QMNA5 avec les vannes fermées

Le débit sur le Bras Nord à l'aval de l'ouvrage Pfistermuehle est le point sensible à l'étiage en termes de débits. D'après les simulations, ce débit de 0.28 m³/s, est supérieur au débit réservé (1/10 du module, égal à 0.25 m³/s) qui est le débit minimum à conserver dans le cours d'eau.

Concernant les niveaux d'eau, à la diffluence entre le fossé des Tilleuls et la Lauter, le niveau d'eau est à 158.94 m NGF avant les ouvrages. L'eau surverse les batardeaux des écluses n°1, 2, 3, 4 et 5 de l'ouvrage Pfistermuehle (vers la Lauter), le batardeau de l'écluse n°7 et seulement par-dessous le batardeau de l'écluse n°8 de l'ouvrage de décharge du fossé des Tilleuls. Compte-tenu de la lame, l'eau ne surverse pas au niveau de l'ouvrage de surverse et de l'écluse n°6 de l'ouvrage Pfistermuehle.

Concernant l'ouvrage Brüdermuehle (appelé également Bittlinger ou rue du Tribunal), l'écoulement transite par la surverse de gauche ainsi que par l'ensemble de vannes abaissées. La cote de la surverse de droite (157.22 m NGF) est supérieure au niveau maximum d'eau atteint (157.12 m NGF). Aucune surverse n'est mise en évidence pour ce débit.

4.3.1.2 Résultats de la simulation hydraulique pour un débit égal au module

Les profils en long sur la Lauter pour les simulations avec un débit d'étiage et le module sont présentés en **Annexe 3**.

Le tableau suivant présente les résultats des simulations du module dans une configuration « étiage » (toutes vannes fermées) :



Tableau 15 : Débits et cotes d'eau pour la simulation toutes vannes fermées pour un débit égal au module

Débit : Module (2.5 m³/s) / Configuration : Toutes les vannes fermées

Ouvrage	Walkmuehle	Vanne de dérivation Bras Sud	Ouvrage Groll	Ouvrage Fossé des Tilleuls	Ouvrage Pfistermuehle	Ouvrage Brüdermuehle (rue du tribunal)	Eichmuehle
H amont (m NGF)	160.48	159.12	159.12	159.06	159.03	157.24	152.85
H aval (m NGF)	159.24	158.58	159.06	158.15	157.33	156.02	151.86
Chute (m)	1.24	0.54	0.06	0.91	1.74	1.22	0.99
Q aval (m ³ /s)	2.50	1.28	1.22	0.37	0.85	0.85	2.5

Pour tous les ouvrages hydrauliques, excepté la vanne de dérivation du Bras Sud au droit de la piscine, le niveau d'eau permet l'écoulement par toutes les vannes et toutes les surverses fixes.

A l'amont de l'ouvrage Pfistermuehle, la lame d'eau est à 159.03 m NGF. Le niveau limite étant défini à 159.04 m NGF, le premier seuil d'alerte des vannes en cas de fortes crues avec est quasiment atteint.

4.3.1.3 Résultats de la simulation hydraulique pour une crue biennale

Les résultats de l'ensemble des configurations testées pour la crue biennale sont présentés ci-dessous :

Tableau 16 : Débits et cotes d'eau pour une crue biennale en configuration étiage

Ouvrage	Walkmuehle	Vanne de dérivation Bras Sud	Ouvrage Groll	Ouvrage Fossé des Tilleuls	Ouvrage Pfistermuehle	Ouvrage Brüdermuehle (rue du tribunal)	Eichmuehle
Configuration étiage : Toutes vannes fermées							
H amont (m NGF)	160.92	159.70	159.70	159.39	159.44	157.48	153.49
H aval (m NGF)	159.78	158.95	159.34	158.40	157.67	156.12	152.26
Chute (m)	1.14	0.75	0.36	0.99	1.77	1.37	1.23
Q aval (m ³ /s)	7.80	3.70	4.07	1.50	3.16	2.78	7.56
Configuration crue : Toutes vannes ouvertes							
H amont (m NGF)	160.45	159.31	159.31	158.18	158.10	156.60	153.49
H aval (m NGF)	159.63	159.28	158.83	158.18	157.47	156.04	152.26
Chute (m)	0.82	0.03	0.48	0.00	0.63	0.56	1.23
Q aval (m ³ /s)	7.80	5.16	2.64	0.24	2.56	2.56	7.12

(En rouge les valeurs dépassant les seuils d'alerte fixés actuellement)



Tableau 17 : Débits et cotes d'eau pour une crue biennale en configuration crue défailante

Ouvrage	Walkmuehle	Vanne de dérivation Bras Sud	Ouvrage Groll	Ouvrage Fossé des Tilleuls	Ouvrage Pfistermuehle	Ouvrage Brüdermuehle (rue du tribunal)	Eichmuehle
Configuration intermédiaire N°1 : Seule vanne de dérivation Bras Sud ouverte							
H amont (m NGF)	160.92	159.28	159.28	159.26	159.25	157.35	153.49
H aval (m NGF)	159.63	159.24	159.12	158.31	157.48	156.04	152.26
Chute (m)	1.29	0.04	0.16	0.95	1.77	1.31	1.23
Q aval (m ³ /s)	7.80	5.53	2.30	0.77	1.69	1.59	7.12
Configuration intermédiaire N°2 : Seule fossé des Tilleuls ouverte							
H amont (m NGF)	160.92	159.68	159.68	158.92	158.91	156.98	153.49
H aval (m NGF)	159.76	158.93	159.10	158.92	157.01	156.00	152.26
Chute (m)	1.16	0.75	0.57	0	1.91	0.98	1.23
Q aval (m ³ /s)	7.80	3.57	4.22	5.56	0.06	1.59	7.12
Configuration intermédiaire N°3 : Vannes de dérivation Bras Sud et fossé des Tilleuls ouvertes							
H amont (m NGF)	160.92	159.27	159.27	158.70	158.69	156.01	153.49
H aval (m NGF)	159.63	159.22	158.85	158.7	156.63	156.00	152.26
Chute (m)	1.29	0.05	0.42	0	2.06	0.01	1.23
Q aval (m ³ /s)	7.80	5.41	2.43	2.50	0.00	0.00	7.07

(En rouge les valeurs dépassant les seuils d'alerte fixés actuellement)

Les résultats de simulation d'une crue de période de retour 2 ans montrent la nécessité d'une gestion de vannes adaptée lors d'une crue et cela dès les premiers événements (notamment la crue biennale). En effet, la simulation de la crue biennale en configuration étiage avec toutes les vannes fermées montre un rehaussement de la ligne d'eau dans Wissembourg et des dépassements des seuils d'alerte signalés dans le chapitre 3.9.3 et résumés dans le tableau suivant.

Tableau 18 : Niveaux d'eau limite haute

Ouvrage	Niveau d'eau limite haute
Groll (secteur piscine)	159.50 m NGF
Pfistermuehle (secteur Fossé de Tilleuls)	159.04 m NGF
Brüdermuehle (Bittlinger - rue du tribunal)	157.27 m NGF



La simulation de la configuration intermédiaire N°3 avec l'ouverture uniquement des vannes de dérivation du Bras Sud et du fossé des Tilleuls montre que pour une crue courante l'ouverture de ces deux ouvrages suffirait pour délester le système et respecter les seuils d'alerte définis.

4.3.1.4 Résultats des crues décennale et centennale

Le tableau suivant présente les résultats des simulations du module dans une configuration « crue » (toutes les vannes ouvertes) :

Tableau 19 : Cotes d'eau et débits des deux simulations toutes vannes ouvertes en période de crue, Q₁₀ et Q₁₀₀

Ouvrage	Walkmuehle	Vanne de dérivation Bras Sud	Ouvrage Groll	Ouvrage Fossé des Tilleuls	Ouvrage Pfistermuehle	Ouvrage Brüdermuehle (rue du tribunal)	Eichmuehle
Q₁₀ Toutes vannes ouvertes							
H amont (m NGF)	160.81	159.59	159.56	158.36	158.27	156.86	153.88
H aval (m NGF)	159.87	159.53	158.98	158.36	157.70	156.18	152.49
Chute (m)	0.94	0.03	0.57	0.00	0.58	0.67	1.39
Q aval (m ³ /s)	12	8.17	3.83	0.4	4.7	4.7	12
Q₁₀₀ Toutes vannes ouvertes							
H amont (m NGF)	161.29	160.08	160.08	158.84	158.79	157.54	154.29
H aval (m NGF)	160.37	160.04	159.23	158.84	158.69	156.60	152.70
Chute (m)	0.92	0.04	0.85	0	0.10	0.94	1.59
Q aval (m ³ /s)	22.00	16.30	5.70	0.5	9.8	9.8	22

(En rouge les valeurs dépassant les seuils d'alerte fixés actuellement)

D'après les simulations, la cote d'eau au niveau de l'ouvrage de Groll dépasse le niveau limite. L'eau atteint donc le haut du porche voûté. Aucun autre dépassement de seuil d'alerte n'est observé dans la configuration crue dans le secteur du centre-ville.

Pour la simulation en crue centennale, les débits restent très importants et les chutes avoisinent 1 mètre pour certains ouvrages. De nombreux débordements apparaissent à plusieurs endroits du linéaire notamment dans les secteurs du Bras Sud (cf. chapitre *Cartographie de zones inondables*) mais aussi sur le Bras Nord.

Sur ce dernier, les seuils d'alerte sont dépassés au droit des ouvrages Groll et Brüdermuehle.



Les profils en long sur la Lauter pour les simulations toutes vannes ouvertes en crue décennale et centennale sont présentés en **Annexe 3**.

4.3.1.5 Cartographie des zones inondables (Q_{10} et Q_{100})

Les pages suivantes présentent les zones inondables pour des crues décennale et centennale.

■ **Cartographie crue décennale**

Pour la crue décennale, il n'y a pas de débordements dans le centre de Wissembourg. De légères zones inondables apparaissent en amont de Wissembourg, ainsi qu'une large zone en aval de la commune au niveau de la confluence de la Lauter avec le parcours de pêche no-kill. Les hauteurs d'eau maximales sur le lit majeur peuvent atteindre jusqu'à 30 cm, mais seulement de façon ponctuelle.

■ **Cartographie crue centennale**

La simulation de la crue centennale présente des zones inondables sur la quasi-totalité du linéaire. A l'amont, le terrain est très encaissé et présente une forte pente, les hauteurs d'eau sur le lit majeur sont fortes et atteignent jusqu'à 60 cm.

Dans Wissembourg, des zones inondables sont visibles au début du parcours de pêche, et sur la Lauter entre l'ouvrage Ouvrage Pfistermuehle et l'ouvrage Brüdermuehle.

A l'aval, le terrain est relativement plat, les zones inondables sont donc étendues mais la hauteur d'eau maximale est plus faible qu'à l'amont.

■ **Analyse des premiers débordements**

Sur la Lauter, les premiers débordements en amont de Wissembourg (PK 1400 à 3650) apparaissent pour un débit d'environ 11 m³/s (proche de la crue biennale).

Sur le parcours de pêche No-kill, soit le bras de dérivation sud de la Lauter ; des débordements sont constatés sur la première partie du linéaire (PK 0 à 700) pour un débit variant entre 5.12 m³/s et 6.2 m³/s. Il y a également une faible zone inondée (PK 1050) pour un débit de 5.7 m³/s.



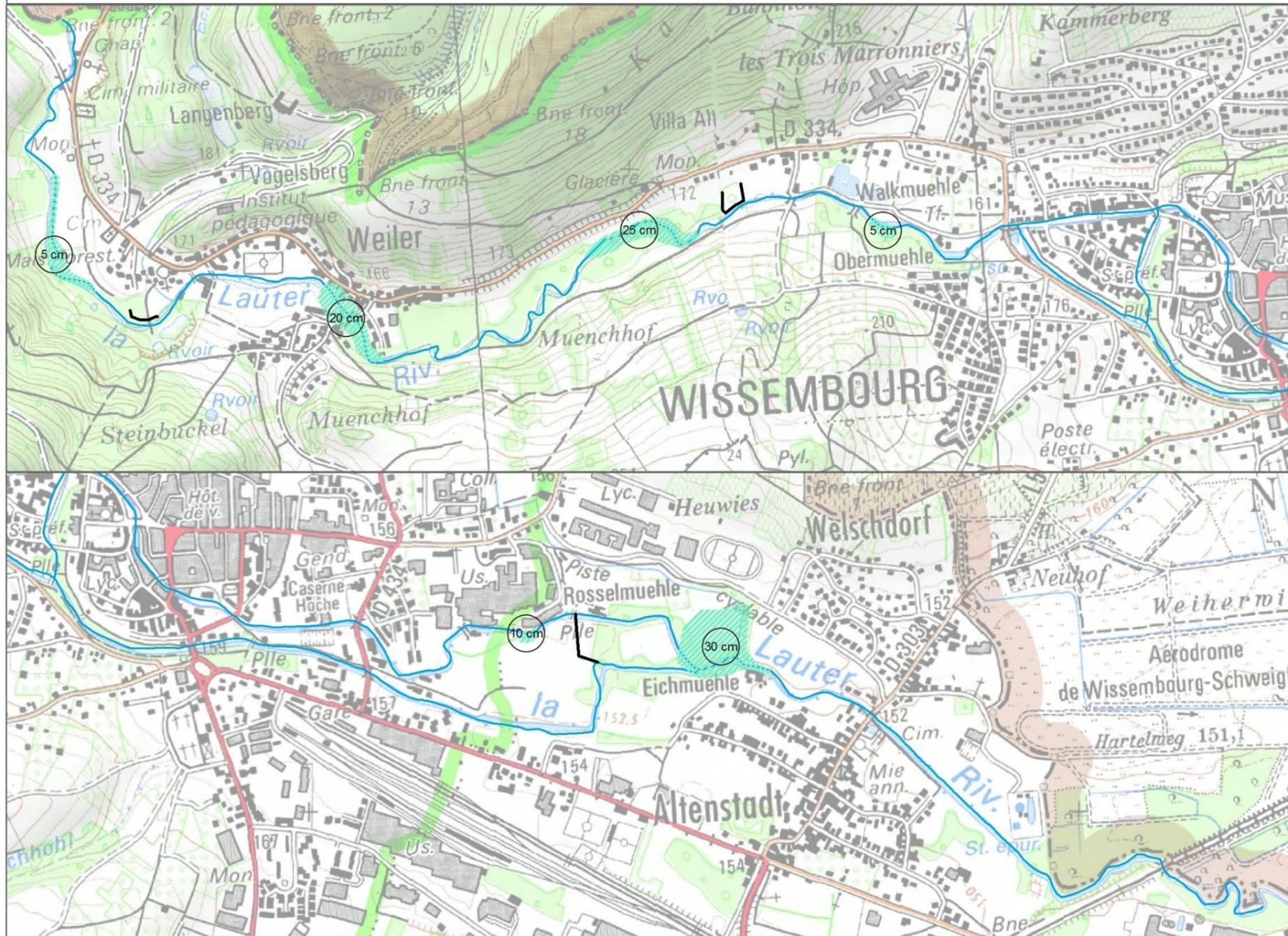
ETUDE HYDRAULIQUE DE LA LAUTER

*Cartographie des zones inondées pour une crue Q10 (12 m³/s) toutes vannes ouvertes
(en haut : amont ; en bas: aval)
Echelle : 1:10 000*

VILLE DE
WISSEMBOURG



SAFEGE
Ingénieurs Conseils



Date	N° de l'affaire
07/01/2016	14EST017

Légende

- Lauter
- Digue
- Zones inondables pour une crue Q10
- Hauteur d'eau maximale pour Q10

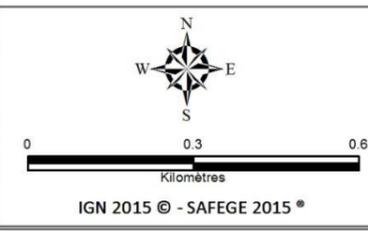


Figure 37 : Cartographie des zones inondées pour une crue décennale





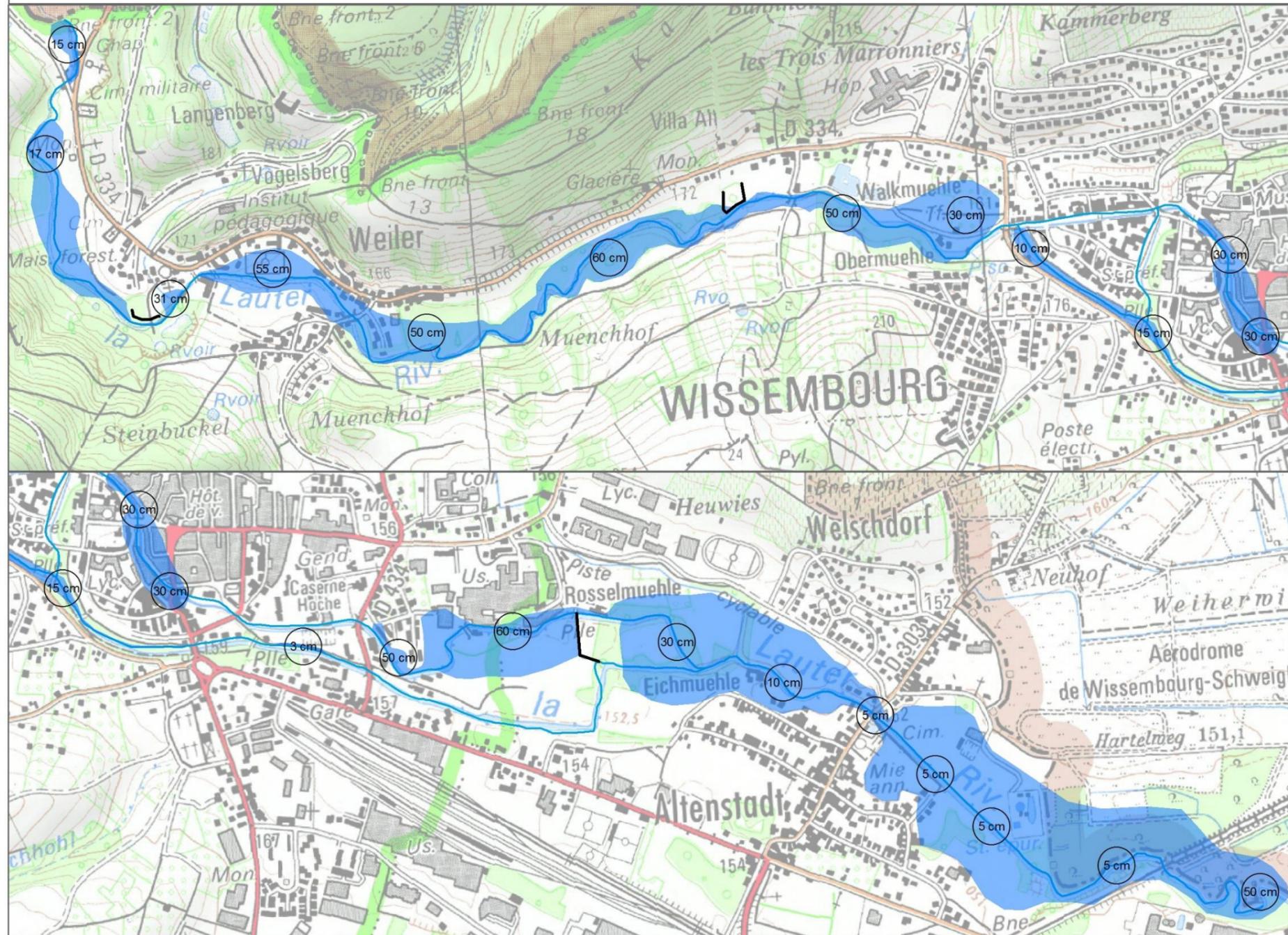
ETUDE HYDRAULIQUE DE LA LAUTER

*Cartographie des zones inondées pour une crue Q100 (22 m³/s) toutes vannes ouvertes
(en haut : amont ; en bas: aval)
Echelle : 1:10 000*

VILLE DE
WISSEMBOURG



SAFEGE
Ingénieurs Conseils



Date	N° de l'affaire
07/01/2016	14EST017

Légende

- Lauter
- Digue
- Zones inondables pour une crue Q100
- Hauteur d'eau maximale pour Q100

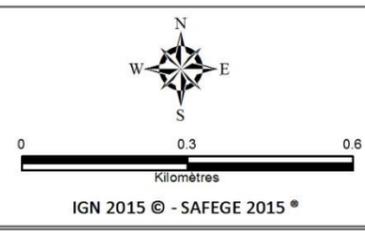


Figure 38 : Cartographie des zones inondées pour une crue centennale





5 DIAGNOSTIC DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

5.1 LE PROTOCOLE ICE

L'ONEMA a mis au point un protocole d'évaluation de l'impact des ouvrages hydrauliques sur la **montaison** des poissons. Ce protocole d'Information sur la Continuité Écologique (ICE) s'appuie sur les capacités de nage et de saut propres à chaque poisson (Cf. **Annexe 1**). Plusieurs catégories d'obstacles sont définies par l'ICE, chacune ayant un protocole d'évaluation de la continuité qui lui est propre :

- obstacles verticaux (pente $> 67^\circ$) ou écoulements par surverse d'un élément mobile (vanne) ;
- seuils à parement aval incliné (pente $\leq 67^\circ$) ;
- seuils en enrochements ;
- écoulements par sousverse d'un élément mobile (vanne) ;
- ouvrages routiers ou ferroviaires (pont, buse...) ;
- ouvrages de marées ;
- dispositifs de franchissement piscicole (passes à poissons ...).

Pour chaque catégorie d'obstacle, cinq notes de franchissabilité sont possibles :

- ICE = 0 : l'obstacle est totalement infranchissable et bloque la migration ;
- ICE = 0.33 : l'obstacle a un impact majeur sur la migration. Le franchissement est impossible une grande partie de la période de montaison pour une majorité de la population. Les retards sur la migration sont nuisibles pour le cycle biologique des espèces cibles ;
- ICE = 0.66 : l'obstacle a un impact significatif sur la migration. Le franchissement est possible une grande partie de la période de montaison pour une majorité de la population. Les retards sur la migration sont encore conséquents ;
- ICE = 1 : l'obstacle est franchissable et a un impact limité sur la migration. La quasi-totalité de la population de l'espèce cible est capable de franchir l'obstacle sans difficulté. Des retards peuvent cependant encore se produire ;
- ICE = NC : l'impact de l'obstacle est indéterminable.

5.2 IMPACT DES OUVRAGES SUR LE LINEAIRE

Deux types d'ouvrages hydrauliques ont été répertoriés :

- les ponts et passerelles ;
- les ouvrages transversaux de type seuils ou barrages.

L'**annexe 4** : « **Cartographie sur la continuité écologique** », recense tous les ouvrages hydrauliques présents sur le linéaire d'étude et renseigne les différents impacts sur la continuité écologique.



5.2.1 PONTS ET PASSERELLES

Sur le linéaire étudié, 38 ponts et passerelles ont été répertoriés. Aucun de ces ouvrages n'engendre d'impact à la continuité selon le protocole ICE (absence de chute en aval, pas de modification de la luminosité...). Ainsi tous ces ouvrages ont une note ICE = NC ou 1.

5.2.2 SEUILS ET MOULINS

L'impact des ouvrages transversaux a été diagnostiqué en fonction de leur catégorie ICE. Certains de ces ouvrages sont identifiés dans le Référentiel d'Obstacles à l'Écoulement (ROE) de l'ONEMA. Les hauteurs d'eau, ainsi que les ouvertures sous vanne citées ont été relevées par le géomètre.

Nous rappelons que les espèces cibles sont le Saumon atlantique, l'Anguille européenne, la Truite de mer, la Truite fario et dans une moindre mesure, les Cyprinidés d'eaux vives et la Lamproie de Planer.

Les photographies des ouvrages sont visibles dans le paragraphe 3.9. Ils sont présentés ici de l'aval vers l'amont par tronçon hydraulique.

5.2.2.1 La Lauter en aval de Wissembourg

■ Eichmuehle (ROE 65636) :

Cet ancien moulin est composé d'une vanne, et de deux seuils (dont un permettant d'actionner la roue du moulin via une chute d'eau). La vanne est la plupart du temps fermée, son ouverture permettant de limiter les risques d'inondation en amont. Ce premier ouvrage, le plus en aval du linéaire étudié, est totalement infranchissable (**ICE=0**) pour l'ensemble des espèces cibles.

Sur la portion centrale, la faible hauteur d'eau sur le coursier (environ 15-20 cm) rend le franchissement de la chute, d'une hauteur de 46 cm, impossible par le saut, même pour les salmonidés.

En aval du seuil, une zone d'érosion en rive gauche a été observée.

5.2.2.1 Le Bras Nord de La Lauter à Wissembourg

■ Seuil abimé du Rosselmuehle :

Ce seuil partiellement effondré en son centre crée une chute entre 40 et 60 cm en fonction des conditions hydrologiques (basses et hautes eaux).

En aval, une fosse d'une profondeur de 1 m permet aux saumons de franchir l'obstacle (**ICE=1**).

La franchissabilité est plus variable pour les truites de rivière (ICE=1 pour une chute inférieure à 50 cm et **ICE = 0.66** pour une chute supérieure à 50 cm).

En rive droite, une zone de reptation permet le franchissement de l'obstacle pour les anguilles (**ICE=1**). Cependant, cette voie secondaire n'est due qu'à l'accumulation de branchages en amont et à la dégradation du seuil qui abaissent le niveau d'eau sur le côté droit effondré du seuil (observation faite le 29/04/2015). L'existence de cette voie de reptation est donc limitée dans le temps. Sans cette zone de reptation, l'ouvrage serait difficilement franchissable pour les anguilles (**ICE=0.33**).



Ce seuil est infranchissable pour les cyprinidés d'eau vive et la Lamproie de Planer (jets plongeants ; **ICE = 0**)

■ **Seuil détruit en amont du Rosselmuehle :**

Cet ancien seuil est détruit et son franchissement est possible sans difficulté pour les espèces cibles (**ICE=1**).

La lame d'eau observée lors de notre visite de terrain (29/04/2015) est en limite des besoins pour les grands salmonidés (40cm). En étiage, le franchissement de cette zone peut présenter des retards à la migration voire une sélectivité (**ICE = 0.66**).

■ **Seuil sous l'hôtel d'Alsace à l'entrée de Wissembourg :**

Cet ouvrage ne présente apparemment aucune difficulté de franchissement pour les espèces cibles (**ICE=1**).

La vitesse d'écoulement y est néanmoins accélérée, mais aucune mesure de vitesse n'ayant été effectuée (difficulté d'accès), des doutes peuvent être émis pour le franchissement des espèces aux capacités de nage les plus réduites (Lamproie de Planer).

■ **Ouvrage Brüdermuehle à Wissembourg (ROE 56886) :**

Cet ouvrage est décomposé en deux parties :

- Une vanne et un déversoir dans la continuité de l'écoulement principal. La hauteur de chute est de 1.10 m ;
- Deux autres vannes, positionnées latéralement à l'écoulement, en rive droite. La hauteur de chute est de 1.60 m.

Cet ouvrage crée un important remous hydraulique sur environ 650 m en amont. Les trois vannes de l'ouvrage sont fermées, et l'écoulement se produit par surverse.

En aval de l'ouvrage, un mur central sépare les deux parties, et le sol est marqué par le coursier d'un seuil (long de 6 m en rive gauche et de 8 m en rive droite) qui se termine par une chute d'environ 20 cm de haut. Une fosse d'appel a été observée en aval du mini seuil et sur les deux rives. La profondeur de la fosse est de 60 cm en rive gauche et de 50 cm en rive droite.

Les importantes hauteurs de chute sur les deux rives, rendent l'obstacle totalement infranchissable (**ICE=0**) pour les espèces cibles.

■ **Barrage du faubourg de Bitche à Wissembourg (ROE 56895) :**

Cet ouvrage est décomposé en deux parties :

- Quatre vannes partiellement ouvertes dans la continuité de l'écoulement principal (rive droite). L'écoulement est à la fois en surverse et en sousverse, les ouvertures sous vannes variant de 6 à 35 cm. La base des vannes n'est pas en contact avec le radier aval. La hauteur de chute est de 1.65 m ;



- Deux autres vannes et un déversoir positionnés latéralement à l'écoulement, en rive gauche. Pour les vannes, l'écoulement a également lieu en surverse et en sousverse (ouverture sous vanne de 14 cm). La base des vannes n'est pas en contact avec le radier aval. La hauteur de chute est de 1.50 - 1.60 m.

Cet ouvrage crée un important remous hydraulique sur environ 300 m en amont, jusqu'à l'entrée de Wissembourg.

La hauteur de chute trop importante sur les deux rives rend l'obstacle totalement infranchissable (**ICE=0**) pour les espèces cibles.

■ **Vanne d'entrée du faubourg de Bitche à Wissembourg :**

La vanne est située sous la voûte à l'entrée du faubourg de Bitche à Wissembourg. Entièrement relevée, elle n'engendre aucune difficulté au franchissement des espèces cibles (**ICE=1**).

5.2.2.1 Le fossé des Tilleuls

■ **Vannes d'entrée du fossé des Tilleuls à Wissembourg (ROE 56897) :**

Situées latéralement à l'écoulement, en rive droite, à environ 20 m en amont de l'ouvrage précédent, ces deux vannes gèrent le débit entrant dans le fossé des Tilleuls depuis le faubourg de Bitche. L'écoulement a lieu à la fois en surverse et en sousverse, une vanne présentant une ouverture de 10 cm. La hauteur de chute est d'environ 80 cm et la hauteur d'eau en aval de 70 cm.

● Écoulement en surverse :

Le franchissement par le saut est impossible pour les salmonidés, du fait de l'absence d'une hauteur d'eau suffisante en aval (**ICE=0**). Selon le protocole ICE, une hauteur d'eau minimale de 85 cm est nécessaire pour assurer le franchissement par le saut d'une chute de 0.75-1 m de haut.

● Écoulement en sousverse :

Une ouverture sous vanne de 10 cm pourrait permettre le franchissement des anguilles. Cependant la trop forte charge amont (1.45 m de hauteur d'eau), engendre des vitesses d'écoulement incompatibles avec les capacités de nage de cette espèce (**ICE=0**). Il faudrait au minimum une ouverture sous vanne de 40 cm pour permettre le passage des saumons atlantiques sous la vanne mais ce mode de franchissement n'est pas apprécié par l'espèce.

■ **Seuil du fossé des Tilleuls (ROE 56898) :**

Ce seuil génère un léger remous hydraulique sur la partie amont du fossé des Tilleuls. La hauteur de chute est d'environ 25-30 cm et la longueur du coursier est de 2 m. La hauteur d'eau sur le coursier n'a pas été mesurée, mais semble très faible (10 cm au maximum), ce qui complique son franchissement.

De ce fait, aucune note ICE n'a été déterminée pour cet obstacle (ICE=NC). Le fossé des Tilleuls ne représente pas un enjeu important pour la migration (canal secondaire entre les Bras Nord et Sud).



5.2.2.2 Le Bras Sud de La Lauter à Wissembourg

■ Seuils de fond le long du Bras Sud :

Douze seuils de fond (blocs de roches) ont été mis en place le long du Bras Sud. Les chutes d'eau engendrées varient de 5 à 20 cm. Les vitesses d'écoulement sur ces seuils sont comprises entre 0,5 et 1,5 m/s (observations faites le 24/06/2015). Nous soulignons particulièrement le seuil présent en amont immédiat de la confluence avec le fossé des tilleuls.

Ces aménagements sont faiblement impactant pour la plupart des espèces cibles (**ICE=1 à 0,66**). La lame d'eau disponible étant dépendante de la régulation amont des débits, celle-ci peut devenir limitante pour les grands salmonidés lors de faibles débits (lame d'eau).

■ Seuil en aval de la diffluence (ROE 568890) :

Sur le Bras Sud, le seuil en aval de la vanne qui gère la diffluence présente une chute de 25-30 cm. La vitesse d'écoulement fut estimée à 1,5 m/s (observation faite le 24/06/2015 avec un débit de 2,5 m³/s à Weiler). La hauteur d'eau en aval est suffisante pour permettre le franchissement sans difficultés des **Salmonidés (ICE=1)**.

La hauteur de chute de 20 cm complique le franchissement pour les **anguilles (ICE=0.66)**. La vitesse d'écoulement étant localement accélérée et turbulente, des doutes peuvent être émis pour le franchissement des espèces aux capacités de nage les plus réduites (Lamproie de Planer).

■ Vanne de la diffluence à l'entrée de Wissembourg – Seuil de la piscine (ROE 56899) :

La vanne gère le débit entrant dans le Bras Sud à l'entrée de Wissembourg. L'écoulement se fait en sousverse, via une ouverture sous vanne de 10-15 cm qui permettrait le passage des anguilles, mais pas des espèces plus grandes (observation faite pour un débit proche du module).

La différence de hauteur du niveau d'eau entre l'amont et l'aval de la vanne est de 15-20 cm. La vitesse d'écoulement sous vanne induite est compatible avec les capacités de nage des anguilles (**ICE=0,66**). En dessous d'une ouverture de 40 cm, l'obstacle est totalement infranchissable pour les saumons atlantiques (**ICE=0**).

5.2.2.3 La Lauter en amont de Wissembourg

■ Walkmuehle (ROE 56888) :

Cet ouvrage est composé de deux vannes principales, d'un déversoir, et de deux roues en bois (une sur chaque rive), vestiges des anciens moulins de la Walkmuehle et de l'Obermuehle. Deux vannes supplémentaires gèrent l'alimentation en eau des roues. Deux conditions hydrauliques ont été observées :

- toutes vannes fermées et écoulement en surverse sur les vannes et le déversoir (condition observée lors du terrain le 29/04/2015), pour un débit de 3 m³/s à Weiler. La hauteur de chute est d'environ 90 cm ;
- vanne centrale ouverte avec écoulement en sousverse et pas de surverse sur le déversoir (condition observée par le géomètre en février 2015). L'ouverture sous vanne est de 46 cm et la hauteur de chute est de 60 cm.

● Écoulement en surverse (vannes fermées) :



En aval de la vanne centrale, une fosse d'appel de 1 m de profondeur permet le franchissement de la chute par le saut pour les saumons atlantiques (**ICE=1**). Pour les truites de rivière, le franchissement est possible, mais plus incertain (**ICE=0.66**), tandis que pour les anguilles le franchissement est impossible (**ICE=0**), aucune zone de reptation n'existant.

En aval de la seconde vanne et du déversoir, aucune fosse d'appel n'existe, leur franchissement est donc impossible (ICE=0).

Pour les autres espèces cibles, ne possédant pas de capacités de saut, l'ouvrage est infranchissable (**ICE = 0**)

- Écoulement en sousverse (vanne centrale ouverte) :

L'ouverture sous vanne et la fosse d'appel en aval permettent le franchissement des saumons atlantiques et des truites de rivière (**ICE=1**). Le franchissement est toujours impossible (**ICE=0**) pour les anguilles et les autres petites espèces en raison des vitesses et de la différence de charge.

- **Seuil du pont de la rue du pigeonier à Weiler :**

Ce seuil est situé sous le pont de la rue du Pigeonnier à Weiler. Il engendre une chute d'eau d'environ 20 cm de haut. La hauteur d'eau en aval est suffisante pour permettre le franchissement de l'obstacle par les saumons et les truites (ICE=1).

En revanche, la hauteur de chute est plus impactante pour les anguilles (**ICE=0.66**).

La vitesse au niveau de la chute est importante. Lorsqu'elle dépasse 1.5 m/s, le franchissement des anguilles est impossible. Le franchissement des autres espèces cibles est très impacté pour les cyprinidés d'eau vive (**ICE = 0.33**) et impossible pour les Lamproie de Planer (**ICE = 0**)

- **Ouvrage vanné à Weiler :**

A Weiler, un ancien ouvrage présente quatre vannes. La vanne en rive gauche est fermée et partiellement « ensevelie ». Les trois autres vannes sont relevées et offrent une ouverture de près de 1,20 m. Cet ouvrage ne présente aucun impact à la montaison des espèces cibles (**ICE=1**).

Le tableau suivant récapitule les notes ICE maximales de chaque ouvrage en fonction des espèces cibles. Pour un ouvrage vanné, plusieurs notes ICE étaient possibles en fonction de l'ouverture sous vanne. La note ICE la plus favorable a été retenue pour chaque espèce.



Tableau 20 : Récapitulatif des notes ICE des ouvrages rencontrés pour les différentes espèces cibles

Ouvrages	Localisation	Catégorie d'obstacle ICE	Espèces				
			Grands salmonidés	Petits salmonidés	Cyprinidés d'eau vive	Lamproie de Planer / Chabot	Anguille
Eichmuehle	Lauter aval - Amont d'Altenstadt	Seuil vertical	0	0	0	0	0
Roselmuehle	Bras nord - Amont d'Altenstadt	Seuil incliné + chute	1	1-0.66	0.33	0	0
Seuil	Bras nord - Sous l'hôtel d'Alsace (Wissembourg)	Seuil incliné	1-0.66	1	1	1	1
Déversoir + Vannes	Bras nord - Rue du tribunal (Wissembourg)	Seuil vertical + surverse	0	0	0	0	0
Déversoir + Vannes	Bras nord - Faubourg de Bitche (Wissembourg)	Seuil vertical + surverse	0	0	0	0	0
Vannes	Fossé des Tilleuls (Wissembourg)	Seuil vertical + sousverse	0	0	0	0	0
Seuil	Fossé des Tilleuls (Wissembourg)	Seuil incliné	0	0.33	0.33	0	0.66
Seuils de fond	Bras Sud	Seuil vertical	1-0.66	1	1	0.66	1
Seuil	En aval de la vanne d'entrée du bras Sud	Seuil incliné	1	1	0.66	0.33	0,66
Vanne	Entrée du bras Sud	Seuil vertical + sousverse	0	0	0.66	1	1
Walkmuehle	Lauter amont - Amont de Wissembourg	Seuil vertical + sousverse	1	0.66	0	0	0
Seuil	Lauter amont - Rue du Pigeonnier (Weiler)	Seuil vertical	1	1	0.66	0.33	0,66
Vannes	Lauter amont - Weiler	Sousverse	1	1	1	1	1



6 DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE DE LA LAUTER

6.1 METHODOLOGIE DE RELEVES SUR LE TERRAIN

Le linéaire de la Lauter concerné par l'étude (environ 10 km) a été parcouru complètement par l'équipe du projet. La reconnaissance s'est faite d'aval en amont afin d'évaluer plus efficacement l'impact des ouvrages hydrauliques sur la dynamique du cours d'eau.

Les éléments de la dynamique et de la morphologie de la Lauter recueillis sur le terrain sont présentés en **Annexe 6**.

Chaque début et fin de zone marquant une modification de morphologie et de dynamique a été géolocalisé à l'aide d'un GPS de terrain. Une cartographie précise de l'état des différents éléments de la Lauter (berges, ripisylve, lit mineur, impact des ouvrages hydrauliques) est disponible en **Annexe 7**.

6.2 DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE

Le linéaire de la Lauter étudié a été divisé en 15 tronçons équivalents (Figure 39, page suivante). Pour chaque tronçon, l'état des berges et de la ripisylve, ainsi que le fonctionnement hydromorphologique ont été évalués.

L'état des berges a été jugé en fonction de leur état de dégradation (cf. tableau ci-après).

Tableau 21 : Eléments de jugement pour l'état des berges

BERGE	Stable et non dégradée	Stable mais dégradée	Instable et/ou fortement dégradée
Etat	Bon	Moyen	Mauvais

L'état de la ripisylve a été apprécié de par sa nature et sa largeur (toutes strates confondues) (cf. tableau suivant).

Tableau 22 : Éléments de jugement pour l'état de la ripisylve

RIPISYLVE	Essences naturelles (aulnes, frênes, érables ...)	Essences allochtones (peupliers de culture, résineux ...)
Absente	Absente	Absente
1 rangée	Etat moyen	Mauvais état
2 rangées	Bon état	Mauvais état
> 2 rangées	Bon état	Mauvais état

Le bon fonctionnement hydromorphologique est atteint lorsqu'un tronçon présente des phénomènes naturels d'érosion/dépôt, une bonne connexion entre le lit mineur et les annexes hydrauliques, et une diversité d'écoulements et de substrats.

Le tableau 3 récapitule les caractéristiques de chaque tronçon. Une description plus complète et des photos des tronçons sont disponibles en **Annexe 8**.

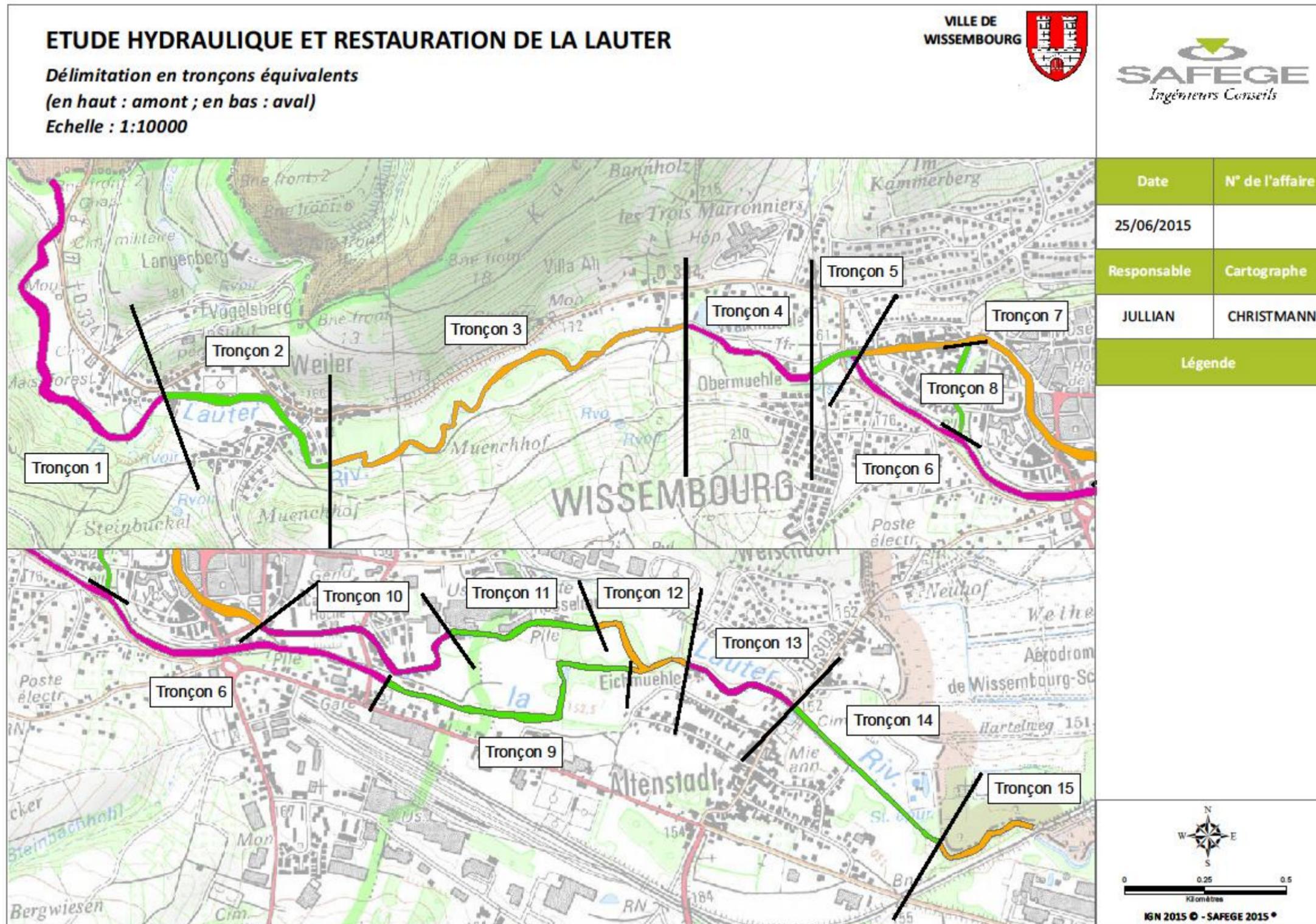


Figure 39 : Délimitation en tronçons équivalents du linéaire étudié





Tableau 23 : Caractérisation des tronçons (RD : rive droite ; RG : rive gauche)

Tronçon	Faciès d'écoulement	Largeur du lit mineur	Substrat	Colmatage	Hydromorphologie	Connexion avec les annexes hydrauliques	Etat des berges	Type de berges	Hauteur des berges (m)	Pente des berges	Etat de la ripisylve	Essences de la ripisylve	Nombre de rangées de la ripisylve	Remarques
1	Chenal lotique ; Alternance plat/profond	6 à 10 m	Graviers	Sable 40-70%	Naturel	Efficace	Bon	Naturelles	Variée	45-90°	Bon	Erables, Aulnes, Noisetiers, Peupliers de culture	> 2	Tronçon naturel ; nombreuses frayères ; embâcles anthropiques pour protéger les berges de l'érosion
2	Alternance plat/profond	6 m	Graviers	Sable 40-70%	Impacté	-	Bon en RD ; Moyen en RG	Naturelles ; Enrochements ; Mur maçonné	0.5 à 1.5	45-90°	Absente en RG ; Bon en RD	Aulnes en RD	2	Traversée de Weiler ; berges et ripisylve impactées
3	Alternance plat/profond ; Chenal lotique	4 à 8 m	Graviers	Sable 40-70%	Naturel	Efficace	Bon	Naturelles	Variée	20-45° ; 45-90°	Bon (un secteur déboisé)	Aulnes, Frênes	> 2	Tronçon naturel avec un bon fonctionnement (érosion/dépôt), mais un secteur dégradé par l'abattage de la ripisylve
4	Chenal lentique	8 m	Graviers	Sable > 70%	Impacté	Efficace en RD mais influencée par l'ouvrage	Bon	Naturelles	<0.5 en RD ; 0.5-1.5 en RG	20-45° ; 45-90°	Moyen en RG ; Bon en RD	Aulnes, Frênes	1 en RG ; > 2 en RD	Zone de remous du Walkmuehle ; fort colmatage ; mauvaise qualité des habitats piscicoles
5	Alternance plat/profond	8 - 9 m	Graviers	Sable 40-70%	-	-	Moyen	Enrochements ; Mur maçonné	> 1.5	45-90°	Absente	-	-	Tronçon intermédiaire entre le Walkmuehle et l'entrée de Wissembourg ; forte concentration de rejets divers
6	Chenal lotique ; Plat courant ; Alternance plat/profond ;	4 à 6 m	Graviers	Sable 40-70%	-	-	Bon à Mauvais	Naturelles ; Mur maçonné	Variée	45-90°	Absente à Bon	Aulnes, Tilleuls	1	Bras Sud avec parcours no kill ; habitats trop homogènes
7	Chenal lentique	5 m	Graviers	Sable > 70%	Impacté	-	Moyen	Mur maçonné	> 1,5	45-90°	Absente	-	-	Traversée de Wissembourg (Bras Nord) ; Eutrophisation
8	Plat lentique ; Plat courant	4 à 6 m	Graviers	Sable > 70%	-	-	Bon	Naturelles ; Mur maçonné	0.5-1.5	45-90°	Moyen	Tilleuls	1	Fossé des Tilleuls
9	Chenal lotique	5 à 8 m	Graviers	Sable 40-70%	Naturel	Possible en RG	Bon	Naturelles	0,5-1.5 en RG ; > 1,5 en RD	45-90°	Moyen à Bon	Aulnes ; Frênes	1 en RG ; > 2 en RD	Bras Sud en aval du parcours no kill ; Remblais dans le coude qui diminue la largeur du lit mineur
10	Chenal lotique	5 m	Graviers	Sable 40-70%	Naturel	Possible en RG	Bon en RD ; Moyen en RG	Naturelles	0.5-1.5 en RD ; > 1.5 en RG	45-90°	Mauvais en RD ; Bon en RG	Résineux en RD ; Aulnes, Frênes en RG	1 en RD ; > 2 en RG	Tronçon intermédiaire entre la sortie du centre-ville et le secteur industriel
11	Alternance plat/profond ; Chenal lentique	6 à 8 m	Graviers	Sable 40-70%	Impacté	Possible en RD	Bon en RD ; Moyen en RG	Naturelles ; Mur maçonné	0.5-1.5 m	45-90°	Absente	-	-	Secteur industriel ; Berges en RG impactées
12	Plat lentique	5 à 8 m	Graviers	Sable 40-70%	Impacté	Efficace mais influencée par l'ouvrage	Moyen à Bon	Naturelles	0.5-1.5 m	20-45° ; 45-90°	Moyen - Mauvais	Peupliers ; Erables (plantation)	> 2 rangées	Zone de remous du Eichmuehle ; fort colmatage ; mauvaise qualité des habitats piscicoles
13	Alternance plat/profond	6 m	Graviers	Sable 10-40%	Impacté	-	Moyen	Naturelles ; Mur de pierre et de maçonnerie	0.5-1.5 m	45-90°	Moyen	Aulnes ; Frênes	1 rangée	Secteur urbanisé d'Altenstadt
14	Alternance plat/profond	8 m	Graviers	Sable 40-70%	Impacté (lit calibré)	Difficile	Bon	Naturelles	0.5-1.5 m	45-90°	Moyen	Aulnes ; Frênes ; Résineux	1 rangée	Linéaire rectifié ; habitats trop homogènes ; 1 frayère
15	Chenal lotique	8 m	Graviers	Sable > 70%	Naturel	Difficile	Bon	Naturelles	0.5-1.5 en RD ; > 1.5 en RG	45-90°	Mauvais en RG ; Bon en RD	Peupliers de culture en RG ; Aulnes en RD	> 2 rangées	Fort colmatage ; Mauvaise connexion avec le lit majeur (berges trop hautes)



7 PROPOSITIONS D' ACTIONS

7.1 AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

7.1.1 CONCERNANT LE MODE DE GESTION DE VANNES

Le retour d'expérience du Maître d'ouvrage et les résultats de l'étude hydraulique mettent en évidence l'absence des dysfonctionnements hydrauliques majeurs récents sur la Lauter. La gestion actuelle de vannes semble, au vu de ce constat, adaptée. En effet :

- Par temps sec, la répartition de débits de la Lauter à l'étiage sur le secteur de la Piscine (2/3 du débit vers le Bras Sud et 1/3 du débit vers le Bras Nord pour un débit 1.8 m³/s) respectent les valeurs minimum demandées.
- En période de fortes crues, les consignes actuelles de gestion des vannes mises en place par le Service Technique de la commune ont permis de réduire fortement les risques d'inondation. Aucun dysfonctionnement significatif depuis 1997, date de l'événement significatif le plus récent connu.

Aucune modification n'est prévue au stade de cette étude par rapport au principe général de gestion des vannes mis en place par la commune (fermeture à l'étiage et ouverture des vannes en période de crue à partir de l'aval) **ni aux consignes actuellement en vigueur.**

Néanmoins, il nous semble pertinent de proposer au stade de la présente étude une évolution dans le mode de gestion des ouvrages. Il s'agit de **la mise en place d'une gestion automatisée des vannes** des ouvrages situés sur le secteur urbain de la zone d'étude, à savoir :

- Ouvrage vanné d'alimentation du Bras Sud (secteur Piscine) ;
- Ouvrage vanné d'alimentation du Fossé des Tilleuls (secteur Faubourg de Bitche) ;
- Ouvrage vanné Pfistermuehle (secteur Faubourg de Bitche) ;
- Ouvrage vanné Brüdermuehle (secteur rue du Tribunal).

Nota : Il est à signaler que, l'ouvrage Eichmühle est géré par un particulier, car il s'agit d'un ouvrage privé. La gestion de cet ouvrage doit être surveillée également par la commune afin d'éviter des risques d'inondations dans les secteurs aux alentours.

La proposition cherche à atteindre trois objectifs principaux :

- **Maitriser le fonctionnement hydraulique du système**, permettant d'anticiper l'arrivée de crues sur le secteur urbain et réduire, si possible, les risques d'inondation ;



- **Synchroniser la gestion des ouvrages** afin assurer une réponse rapide et homogène des ouvrages ce qui permettra de gérer correctement les écoulements ;
- **Réduire le nombre d'interventions de l'équipe de terrain.** En effet, l'équipe d'astreinte peut être amenée aujourd'hui à intervenir sur le terrain pendant une crue afin d'adapter manuellement la position des vannes de la Lauter. Ce type d'intervention n'est pas exempt de risque. Une gestion automatisée des vannes peut permettre de limiter les interventions et les risques associés ou à minima peut permettre de modifier la nature des interventions (plus de contrôle du bon fonctionnement que des interventions pour la modification des ouvertures).

La faisabilité technique et financière d'une éventuelle gestion automatisée des vannes ainsi que la définition détaillée du projet (équipements hydrauliques, équipements de mesure, modalités de gestion, supervision,...) devront faire l'objet d'une étude spécifique complémentaire à la présente étude.



7.2 AMELIORATION DE LA FRANCHISSABILITE DU COURS D'EAU

Afin de rétablir la continuité écologique sur la Lauter, des aménagements sont nécessaires sur les ouvrages les plus impactant. Cette partie présente les différents équipements envisagés et leurs critères de franchissabilité. Les Avant-projets de dimensionnement sont présentés pour le scénario d'équipement retenu lors de la fin de la phase 1.

Les cotes hydrauliques en amont et en aval des différents ouvrages sont issues de la modélisation hydraulique présentée dans le paragraphe 4 : « Etude hydrologique et hydraulique » du présent rapport.

Pour les passes à bassins et les rampes, leur bonne alimentation a été vérifiée pour différentes conditions hydrologiques (étiage, module, 2*module,...) dans les périodes de migration des espèces cibles.

Afin de garantir une bonne attractivité, le débit d'alimentation des dispositifs sera à minima de 5 à 10% du module. L'impact des aménagements sur la connectivité avec le lit majeur (pour une crue Q_2) devra également être observé.

7.2.1 CHOIX DU BRAS SUD

La commune de Wissembourg privilégie la restauration de la continuité piscicole via le Bras Sud. Ce choix a été validé avec le service instructeur de la Police de l'Eau lors de la réunion intermédiaire de présentation de la phase 1 (diagnostic des sites).

Le Bras Nord comporte effectivement de nombreux ouvrages dont l'effacement n'est pas envisageable en raison du caractère urbain des sites (traversée de Wissembourg). Par ailleurs, le fonctionnement lentique des écoulements et en plan d'eau sur la majeure partie du linéaire du Bras Nord rendent les milieux aquatiques peu adaptés aux salmonidés et aux espèces lotiques (espèces cibles de la présente étude).

Le Bras Sud en comparaison ne comporte qu'un seuil majeur permettant la régulation entre les deux bras de la Lauter. Les autres seuils identifiés sont facilement aménageables et ne sont pas complètement bloquant pour la migration selon les conditions hydrologiques.

Enfin, seul le Bras Sud de la Lauter est classé en Liste 2 par le décret du préfet de bassin. Aussi, le rétablissement de la continuité écologique du Bras Sud est incontournable réglementairement ; même dans l'hypothèse de lourds travaux sur le Bras Nord.

Les ouvrages étudiés dans le cadre du présent avant-projet sont les suivants.



7.2.2 EICHMUEHLE (ROE 65636)

L'Eichmuehle est le premier obstacle totalement infranchissable de la Lauter depuis sa confluence avec le Rhin. Il est situé en aval de la confluence entre les deux bras de la Lauter.

La première mention d'un moulin remonte à 1512. Sa configuration actuelle date de 1744 (3 tournants, machinerie encore en place) et est resté dans la même famille de meunier entre 1866 et 2012. Non exploité depuis plusieurs décennies (1982), le Eichmuehle était manœuvré jusqu'en 2012 par les agents communaux de la ville de Wissembourg.

La vente de l'ouvrage et des bâtiments associés en 2012 à un nouveau propriétaire a relancé la volonté d'exploitation du site.

Le nouveau propriétaire, Monsieur Moebius, a pris contact avec les services de l'état et une réunion le 16 octobre 2014 a permis d'éclaircir les dispositions réglementaires s'appliquant au site. Ce dernier semble être fondé en titre et le propriétaire a engagé une démarche afin de faire reconnaître ce droit par l'administration. Cette démarche est en bonne voie d'aboutissement au regard du courrier de la DDT faisant suite à la réunion du 16 octobre 2014.

Néanmoins, le Service de l'Etat compétent (DDT) a précisé dans la lettre du 23 octobre 2014, le contenu du porter à connaissance qui doit être remis au Préfet de manière préalable à la réalisation de la centrale hydroélectrique pour validation du projet, à savoir :

1. Description précise du projet ;
2. Etude d'incidences et l'analyse de la compatibilité du projet avec la continuité écologique du cours d'eau ;
3. Description des mesures prises pour la gestion des ouvrages hydrauliques et les moyens de surveillance.

Un repère de niveau du plan d'eau est présent en amont du barrage en rive droite sur le mur du bâtiment attestant le niveau maximal de la retenue du précédent règlement d'eau. Par ailleurs, un document de 1918 indique la cote de 151,44 m. Le référentiel de cette cote n'est pas précisé (NN ou NGF).

Aussi, si l'activité du site est à l'arrêt à ce jour, le projet de rééquipement d'une microcentrale hydroélectrique par le propriétaire a écarté toute possibilité d'effacement ou d'arasement de la chute générant l'obstacle à la continuité piscicole.

7.2.2.1 Rivière de contournement

Monsieur Moebius étant propriétaire de la rive gauche du barrage, un dispositif de type rivière de contournement peut être envisagé. Il est préférable aux passes à bassins et aux rampes en enrochements d'un point de vue économique.

A l'heure actuelle, la hauteur maximale de chute totale à franchir de 1,20m est atteinte pour un débit équivalent à 2 fois le module. Toutefois le droit d'eau définit **une cote de retenue amont de 153,67 m NGF (-1,22m sous le repère existant)**. La cote d'étiage aval (Q_{MNA5}) est de 151,74 m NGF selon le modèle hydraulique réalisé. La



chute maximale du site en exploitation sera donc de 1,93 m. On retiendra ces dernières valeurs pour le dimensionnement de l'ouvrage.

Afin d'assurer la franchissabilité pour les anguilles, les salmonidés et les petites espèces, les caractéristiques suivantes devront être respectées dans la rivière de contournement :

Tableau 24 : Caractéristiques de dimensionnement de la rivière de contournement

Vitesse moyenne d'écoulement :	< 1 m/s (petites espèces et anguille)
Hauteur d'eau :	> 0.40 m (grands salmonidés)
Rugosité :	rugosité de fond (anguille)
Débit disponible	1/10 ^e du module - débit dévalaison ~ 0.200 m ³ /s
Attractivité (3*module)	Q > 0.330 m ³ /s

Au regard de ces critères, afin d'atteindre l'ensemble de ces paramètres, soit :

- le débit d'alimentation devrait être bien supérieur au débit disponible. Cet élément n'est pas envisageable au regard de l'activité hydroélectrique ;
- le dimensionnement de la rivière sera inférieur aux standards habituellement observés (pente, largeur,...)

Aussi, une passe à bassins rustique a été retenue sur ce site.

7.2.2.2 Passe à bassins

Une passe à bassins permet de franchir un obstacle via la succession de plusieurs bassins séparés par de petites chutes. La géométrie des bassins et les hauteurs de chute entre bassin sont dimensionnées de façon à ce que le débit, l'écoulement, et la puissance dissipée soient compatibles avec les capacités de nage des espèces cibles.

Il existe plusieurs types de passes à bassins. Les passes à bassins en génie civil (échancrures latérales, fentes verticales, orifices,...), et les passes à bassins rustiques en enrochements (épis, rangées périodiques).

Les hauteurs maximales des chutes intermédiaires devront être de 0,15 m afin d'assurer une vitesse d'écoulement maximale inférieure à 1,75m/s dans les jets. Cette vitesse reste problématique pour les petites espèces (2 m/s en vitesse de sprint maximale en théorie).

Aussi les jets devront impérativement être des **jets de surface** avec un $DH^5 < 1/3 H$ (H : hauteur totale amont du jet). Par ailleurs, la lame d'eau doit impérativement être de **0,40 m minimum pour les grands salmonidés**. Aussi la lame d'eau totale du jet devra donc être à minima entre 0,40m et 0,45m.

Du fait que les anguilles représentent un enjeu majeur pour la Lauter, il est recommandé de dimensionner la passe de façon à ce que la **puissance dissipée**

⁵ DH : Hauteur de chute



induite ne dépasse pas 200 W/m³. Le volume minimal par bassin devra donc être de 1,96 m³.

La longueur (L) et la largeur (l) des bassins se calculent en fonction de la largeur des échancrures (e). Afin d'assurer le passage des saumons, la **largeur des échancrures devra être au minimum de 0,35 m**. La longueur devra être à minima de 2,8 m et la largeur de 2,1 m par bassin. On retiendra des **bassins de 2,3*3,0 m**.

La profondeur moyenne (T_{moy}) des bassins nécessaire au bon fonctionnement hydraulique peut également être estimée. Toutefois l'ONEMA recommande pour les saumons et les truites une profondeur minimale de 1 m. On retiendra donc cette valeur guide de 1,00 m soit un **volume par bassin de 6,9 m³**.

L'échancrure est déterminée par la loi de seuil noyé. Il a été considéré un seuil épais (coefficient de seuil de 0,55 soit un coefficient de débit de 0,44). La charge sur l'échancrure pour un débit disponible de 200 L/s est alors de 40 cm. **La cote de la 1^{ère} échancrure est à 153,27 m NGF**.

Considérant la hauteur totale de chute de 1,93 m, et la chute interbassin de 0,15 m, il sera nécessaire de mettre en œuvre 13 chutes. Aussi selon la longueur des bassins et l'épaisseur des enrochements périodiques qui constituent les cloisons ($\sim 0,50$ m), la pente de l'ouvrage sera de **4,3 %**. Le dispositif de franchissement atteindra alors une **longueur minimale totale de 46,50 m**.

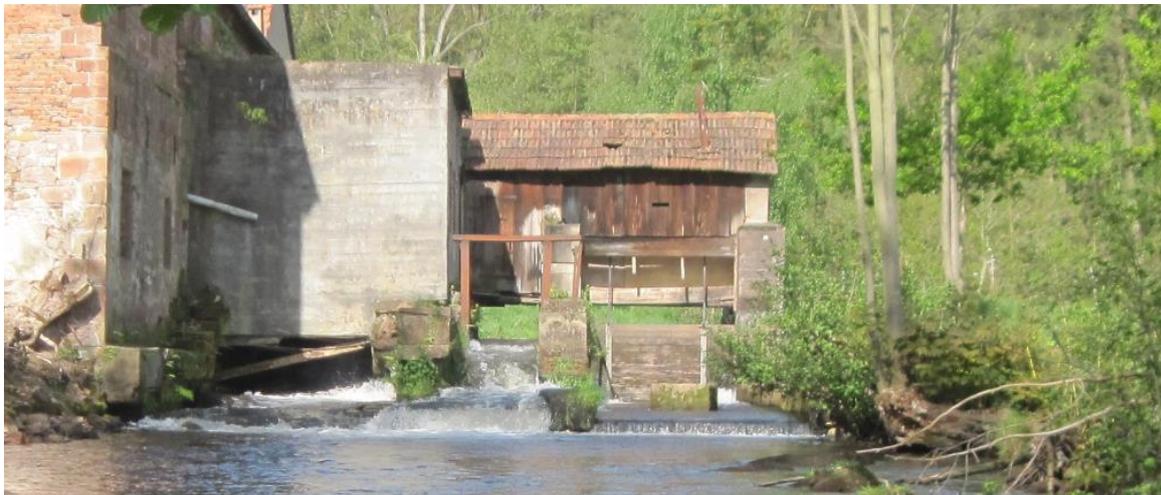


Figure 40 : Vue depuis l'aval de l'Eichmuehle

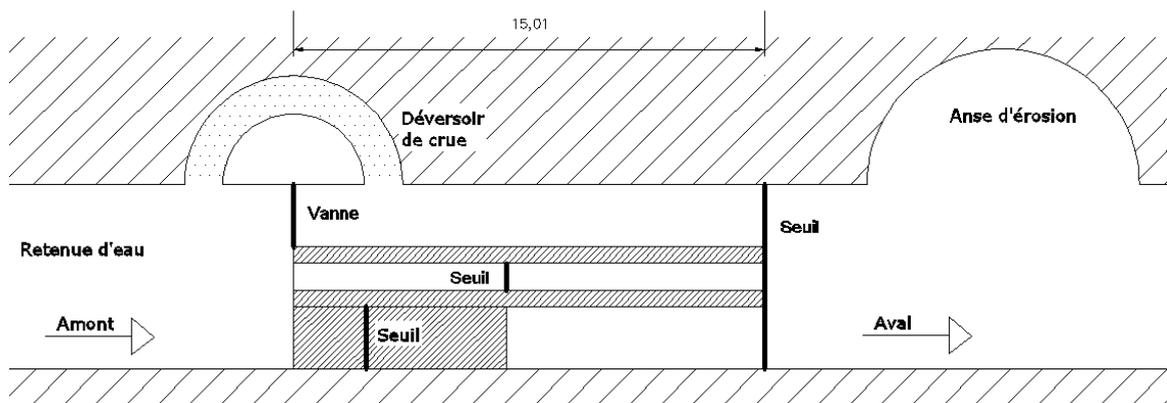


Figure 41 : Schéma vue de haut de l'Eichmuehle en l'état actuel

Au-delà de 2*Module, le débit du dispositif de franchissement sera inférieur à 5 % du débit total de la Lauter. Aussi, des aménagements pour assurer l'attractivité de la passe en aval pour les débits élevés devront éventuellement être réalisés (débit d'attrait minimal = $0.130 \text{ m}^3/\text{s}$) de manière à prolonger l'efficacité de l'ouvrage de franchissement entre les débits de 2*Mod et 3*Mod soit entre 4,60 et 6,55 m^3/s .



Rappel...

La conception du dispositif de franchissement considère trois hypothèses majeures :

- *La cote du droit d'eau est validée par les services de l'Etat,*
- *Le débit réservé non turbinable est égal à 1/10^e du module,*
- *Le plan d'eau amont est fixe jusqu'à 3*Module par la régulation des vannes du Moulin sans utilisation du bras de décharge.*

7.2.2.3 Dévalaison

A l'heure actuelle, lorsque les vannages sont ouverts, la dévalaison n'est pas un problème majeur sur l'ouvrage. Lorsque ces derniers sont fermés, des blessures peuvent être subies par des individus à l'étiage en raison des faibles lames d'eau sur le coursier. Toutefois, la dévalaison est bonne sur l'ouvrage

Le projet de rééquipement du moulin d'une turbine hydroélectrique remet en cause cette dévalaison. Il pourra engendrer une forte mortalité piscicole selon les équipements retenus. Aussi ce dernier devra soit être directement ichtyocompatible (Vis sans fin, turbine VLH) soit intégrer impérativement la mise en œuvre d'une grille de protection amont ichtyocompatible avec un exutoire adapté.

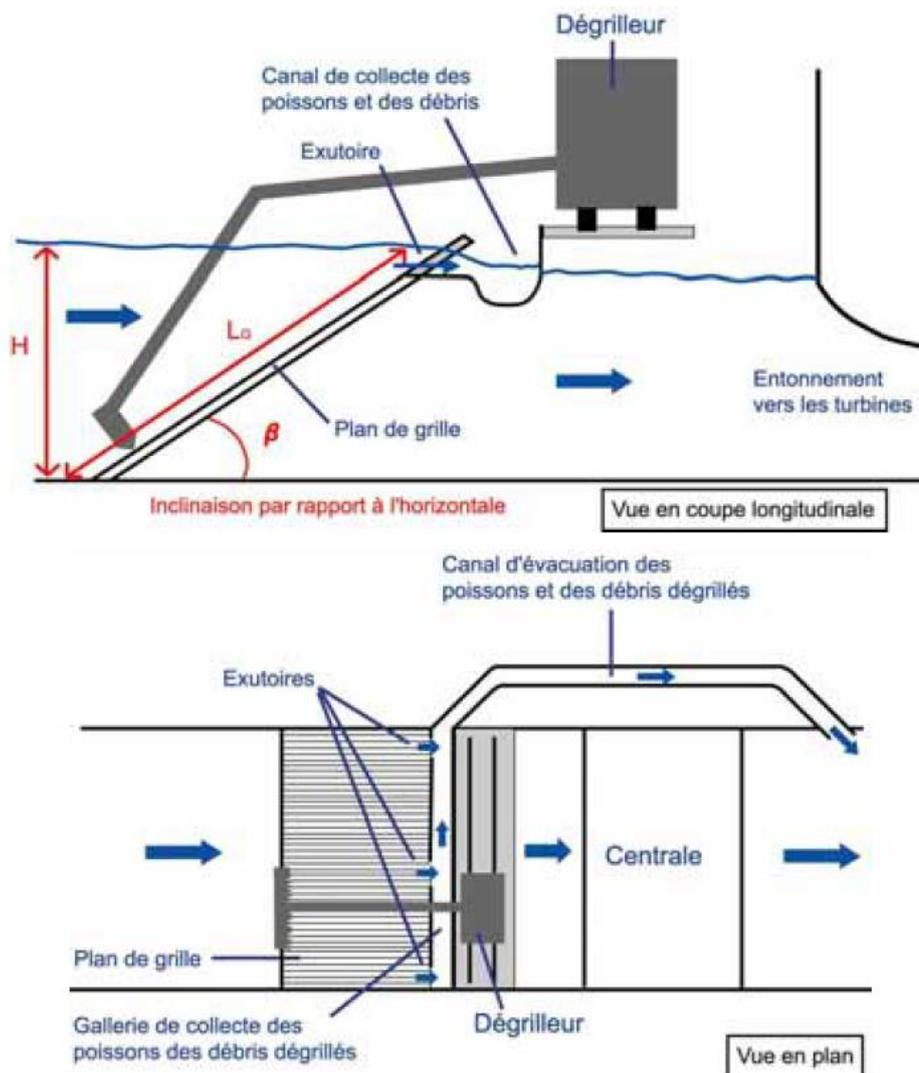


Figure 42 : Exemple d'une grille ichthyocompatible _ Source : ONEMA

La conception de cette grille dépend avant tout des choix techniques et de l'aménagement hydroélectrique. Néanmoins, certains paramètres sont communs quel que soit la solution retenue :

- Les vitesses d'approches normales doivent être inférieures à 0,50 m/s pour éviter tout risque de plaquage des individus sur le plan de grille. Les vitesses normales dépendent de la vitesse d'approche et de l'angle Bêta ($\leq 26^\circ$; exemple ci-dessus) ou Alpha ($\leq 45^\circ$; plan de grille vertical orienté par rapport au courant).
- L'espacement inter-barreaux maximal doit être de 2,5 cm pour les grands salmonidés et atteindre **1,5 cm** (truites) si la mortalité de la turbine choisie est totale (Francis, Kaplan,...). Ce dernier espacement ne permet cependant de réaliser une barrière physique que pour la moitié des anguilles dévalant en moyenne (cf. « Guide pour la conception de prises d'eau ichthyocompatibles pour les petites centrales hydroélectriques _ Nov2008 _ Courret-Larinier »)



- L'attractivité de l'exutoire de dévalaison. Il dépend de l'orientation du champ de grille, de sa position et de son débit. A cet effet, il est nécessaire de conserver 2 % du débit turbiné. Par défaut, nous avons considéré ici, 2 % du module.

7.2.2.4 Estimation Financière

L'estimation des coûts des travaux est basée sur l'observation des coûts lors de ces deux dernières années sur les marchés de maîtrise d'œuvre de SAFEGE.



Tableau 25 : Estimation financière des travaux

N° de PRIX	Poste de travaux	U	Q	MONTANT
	1 - Travaux préalables			€ H.T.
1_1	Amenée et repli des installations de chantier	Ft	1.00	2 500.00 €
1_2	Élimination de la végétation	Ft	1.00	500.00 €
1_3	Création de l'accès provisoire en Rive Gauche	Ft	1.00	1 500.00 €
TOTAL_CHAP1				4 500.00 €
2 - Gestion des eaux				
2_1	Batardeaux	Ft	2.00	2 000.00 €
2_2	Pompage	H	p.m	75.00 €
TOTAL_CHAP2				2 000.00 €
3 - Création du dispositif de montaison				
3_1	Décapage de la terre végétale et stockage provisoire	m ²	900.00	1 620.00 €
3_2	Déblais, nivellement et évacuation	m ³	550.00	6 600.00 €
3_3	Protection de berges en génie végétal (fascine d'hélophytes et lit de branches de saule)	ml	128.00	38400.00 €
3_4	Mise en œuvre des enrochements des rangés (faces jointives découpées)	m ³	65.00	8 775.00 €
TOTAL_CHAP3				55 395.00 €
4 - Travaux de finition				
4_1	Retrait des batardeaux et des busages	Ft	2.00	1 000.00 €
4_2	Repli de chantier et remise en état	Ft	1.00	2 500.00 €
TOTAL_CHAP4				3 500.00 €
RECAPITULATIF Travaux				
1 - Travaux préalables				4 500.00 €
2 - Gestion des eaux				2 000.00 €
3 - Création de la rampe en enrochements				55 395.00 €
4 - Travaux de finition				3 500.00 €
TOTAL Travaux € H.T.				65 395.00 €
AUTRES MISSIONS				
Maitrise d'œuvre (PRO-ACT-VISA-DET-AOR) et dossier d'autorisation loi sur l'eau				22 000.00 €
Mission géotechnique G2, G3 et G5				12 000.00 €
Divers et imprévus ~15%				10 000.00 €
TOTAL en € H.T.				109 395.00 €
TVA 20 %				21 879.00 €
TOTAL en € T.T.C.				131 274.00 €

La présente estimation financière ne prend pas en compte le surcoût lié aux dispositions pour la dévalaison, le projet hydroélectrique de M. Moebius n'étant pas



connu. Un ordre de grandeur d'une augmentation de 10 k€ à 20 k€ peut être pris en considération selon le type de turbine et de grille retenu.

Selon ce projet, **le dispositif pourrait être amené à évoluer** techniquement et financièrement, en particulier vis-à-vis du règlement d'eau définitif qui fixera la cote d'exploitation et les règles de gestion en crue de l'ouvrage.

7.2.3 SEUILS INTERMÉDIAIRES DU BRAS SUD

Le Bras Sud se découpe en trois tronçons distincts :

- le tronçon aval sans ouvrage notable si ce n'est un ancien moulin aujourd'hui arasé qui ne provoque aucune gêne à la continuité piscicole ;
- le tronçon intermédiaire compris entre la confluence du fossé des tilleuls et l'entrée du tronçon aval. Il correspond à la zone aval du parcours NO KILL ;
- le tronçon amont compris entre les ouvrages dits de la piscine et la confluence avec le fossé des tilleuls.

Aucune action n'est nécessaire dans la partie aval du Bras Sud pour le rétablissement de la continuité piscicole.

7.2.3.1 Tronçon intermédiaire

Dans le tronçon intermédiaire du Bras Sud, nous trouvons plusieurs ouvrages. Ces ouvrages en enrochements sont plus que de simples seuils de fond. Ils génèrent une chute parfaitement visible en étiage et participent probablement au maintien du profil en long et des milieux aquatiques du Bras Sud sur ce secteur.

Comme l'a souligné le diagnostic, ils sont parfaitement franchissables pour les espèces prioritaires (salmonidés et anguilles). Dans certaines conditions hydrologiques, il n'est cependant pas impossible que les petites espèces puissent avoir du mal à franchir ces petits obstacles (mise en place de jets plongeant).





Figure 43 : Photos du 24/06/2015 des principaux seuils de fonds du tronçon intermédiaire

Les conditions hydrologiques citées ci-dessus étant extrêmes (étiage sévère) et hors période de migrations des espèces cibles, aucune action sur ces ouvrages n'a été retenue.

Les débits du tronçon intermédiaire selon la gestion des eaux actuelle sont les suivants :

Tableau 26 : Débits du tronçon intermédiaire en gestion actuelle

DEBITS	M ³ /S
Q _{MNA5}	1.218
Q _{MNA2}	1.316
Q _{MODULE}	1.656
Q _{2MODULE}	0.935
Q ₂	5.245

7.2.3.2 Tronçon Amont

Le tronçon amont du Bras Sud, comprend également plusieurs ouvrages. Ces ouvrages en enrochements sont globalement moins marqués que dans le tronçon intermédiaire même s'ils sont plus nombreux.

Seul le seuil le plus aval du secteur en amont immédiat de la confluence présente une interrogation sur la continuité piscicole dans les débits d'étiage les plus extrêmes (Cf. 5 : « Diagnostic de la continuité écologique »). Toutefois, la modélisation hydraulique du secteur montre que la chute maximale est de 10 cm pour Q_{MNA5}. Toutes les espèces cibles peuvent en conséquence franchir cet ouvrage ; en particulier via la rive gauche. En revanche, la turbulence générée par la rugosité de la rampe en étiage peut être un frein pour une portion de la population des espèces benthiques telles que la Lamproie de Planer.

Au regard des enjeux, aucune action sur ces différents seuils n'est envisagée.



Figure 44 : Photo du 24/06/2015 des principaux seuils de fonds du tronçon amont



Figure 45 : Seuil en amont immédiat de la confluence du fossé des tilleuls 24/06/2015 - tronçon amont



7.2.4 OUVRAGES DE LA PISCINE (DIFFLUENCE)

Les ouvrages de la piscine se composent de deux ouvrages :

- La vanne amont de répartition des débits de La Lauter. La vanne présente une hauteur de 0,70*6,00 m (ROE 56899). De manière générale, elle ne fonctionne pas par surverse ;
- Un seuil délimitant la fin d'un radier maçonné, une quinzaine de mètres en aval (ROE 568890).



Figure 46 : Seuil aval et vanne de contrôle de la Piscine dans la fourchette des débits ciblés _ 24/06/2015 – ($Q_{\text{Weiler}} = 2.02\text{m}^3/\text{s}$; chute seuil $\sim 25\text{cm}$, chute vanne $\sim 15\text{cm}$)

La modélisation réalisée dans le cadre de cette étude nous a permis d'identifier la répartition des débits entre le Bras Sud et le bras nord de la Lauter (Urbain).

Tableau 27 : Débits modélisés dans le bras Sud selon la gestion actuelle de la vanne de la diffluence

Débits de référence	Bras Sud (m3/s)	Delta H (m)	H Aval (m)	Zaval (m NGF)	H Amont (m)	Zamont (m NGF)
févr-15	-	0.2	0.83	158.9	0.5	159.10
QMNA5	1.049	0.43	0.52	158.59	0.37	158.97
QMNA2	1.101	0.46	0.53	158.60	0.40	159.00
Qm	1.286	0.54	0.56	158.63	0.52	159.12
Q2m	2.04	0.75	0.66	158.73	0.85	159.45
Q2	5.16	0.03	1.21	159.28	0.71	159.31

Lors du passage du géomètre, la vanne était ouverte de 12 cm en moyenne (radier sous la vanne non plane). Cette ouverture de vanne a été appliquée dans le modèle pour les régimes courants (Q_{MNA5} à $Q_{2\text{M}}$). Au-delà de 82 cm, il y aurait surverse par-dessus la vanne dans cette configuration d'ouverture.

L'ouvrage est donc manipulé par les agents communaux au-delà de $Q_{2\text{M}}$ pour interdire la surverse de la vanne et établir une ouverture de vanne plus adaptée. A Q_2 , la vanne est totalement ouverte.

Les niveaux d'eau relevés en février 2015 sont cohérents avec ce mode de gestion. Le débit était compris entre $Q_{2\text{M}}$ et Q_2 .



Les niveaux d'eau et la répartition des débits sont donc directement corrélés à la gestion des vannes de l'ouvrage de la piscine mais également des barrages du Faubourg de Bitche (ROE 56895) et de contrôle du fossé des tilleuls (ROE 56897).

L'aménagement proposé ci-après a pour objectif de maintenir la répartition des eaux modélisée et la capacité d'évacuation en crue de la Lauter.

Aussi, l'aménagement sera composé :

- d'un aménagement du seuil de pied ;
- d'une passe à bassins technique à échancrure latérale et à orifice de fond ;
- de l'ajustement des règles d'ouverture de la vanne de la Piscine vers le bras Sud.

La vérification hydraulique de la solution à travers la modélisation est présentée ci-après.

7.2.4.1 Vérification hydraulique de la solution

La simulation en situation aménagée répond aux objectifs suivants :

- vérifier que les débits transitants à travers l'ouvrage et les lames d'eau respectent les recommandations de fonctionnement d'une passe à bassins, qui sont définies selon les capacités de nage et de saut des espèces présentes sur le site de l'étude ;
- vérifier que la répartition des débits entre le Bras Nord et Sud de la Lauter au droit de la piscine reste inchangée après la mise en place de l'ouvrage.

Tableau 28 : Objectif de répartition des débits entre les différents ouvrages

	Paramètre	Q _{MNA5}	Q _{MNA2}	Q _{Module}	Q _{2Module}
Lauter - amont difffluence	Débit (m ³ /s)	1.5	1.7	2.5	5.0
Bras Nord - aval difffluence		0.45	0.6	1.2	3.0
Bras Sud		0.75	0.8	0.9	1.5
Passe à poissons		0.30	0.3	0.4	0.5

7.2.4.1.1 Configuration du modèle après mise en place de l'ouvrage

L'intégration de l'ouvrage dans le modèle est visible sur la figure ci-dessous.

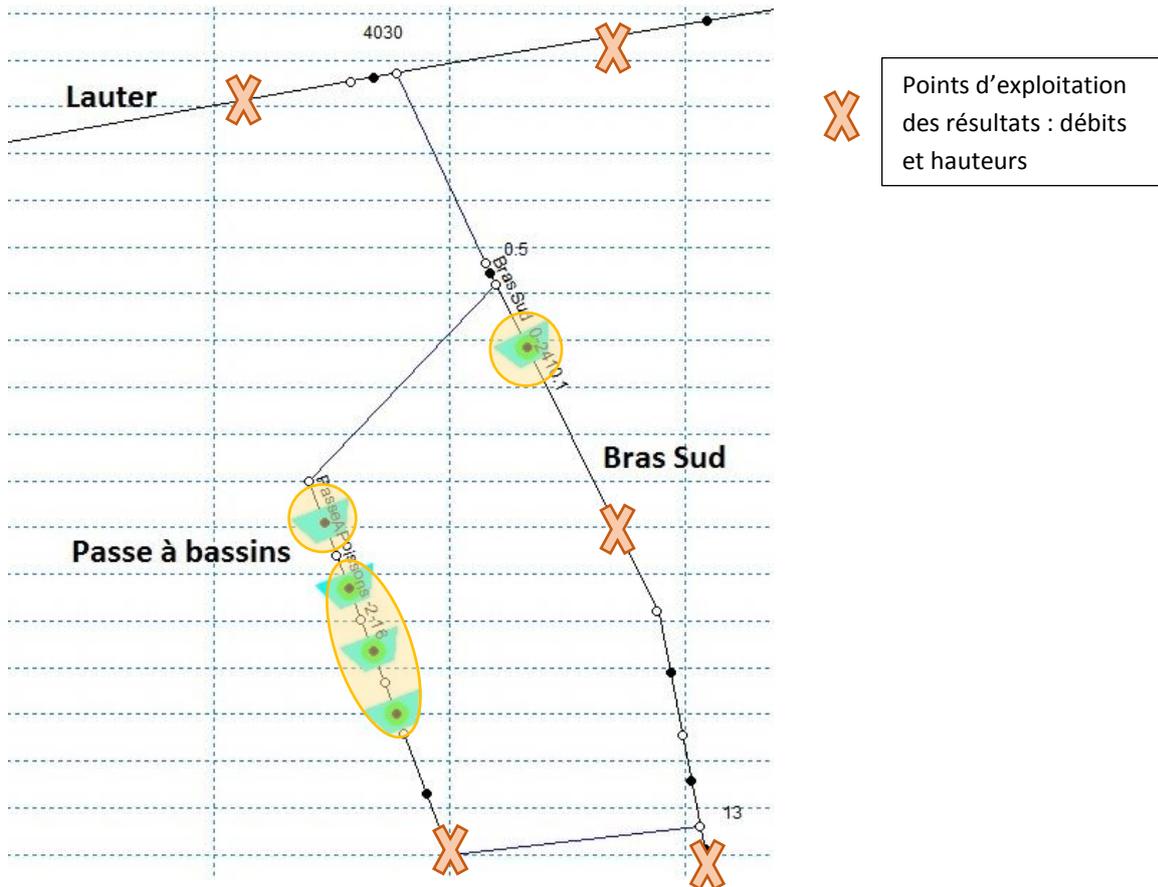


Figure 47 : Intégration de l'ouvrage de continuité écologique sur Mike 11

La passe à poissons de la piscine prélève de l'eau de la Lauter à l'amont de la vanne située sur place et restitue l'écoulement dans le Bras Sud 13 mètres plus en aval. On visualise sur la figure ci-dessus les 3 bassins constituant l'ouvrage et l'opercule de régulation à l'amont du premier bassin ainsi que la vanne de régulation à l'entrée de la piscine.

De manière plus détaillée, le système passe - vanne est modélisé de la manière suivante :

- l'opercule en entrée de la largeur de la passe, soit 2.1 m ;
- les 3 cloisons des bassins de 20 cm d'épaisseur avec :
 - une échancrure de 35 cm de large ;
 - un orifice de 20 x 20 cm au fond.

Dans le Bras Sud, on retrouve :

- à l'entrée, la vanne de décharge modélisée par un seuil et une ouverture au fond (de hauteur variable) ;
- au droit de l'arrivée de la passe à bassins, une section en enrochements, oblique et transversale au cours d'eau, de façon à créer un bassin en eau calme à l'entrée de la passe à poissons, qui accentuera l'attractivité de la passe.

Remarque : Les plans détaillés seront disponibles en **Annexe 5**.



7.2.4.1.2 Résultats

Après plusieurs tests, il apparaît que l'ouvrage d'alimentation du Bras Sud est adapté au besoin hydraulique en situation aménagée. En effet, une ouverture d'environ 10 cm (similaire à ce qui existe aujourd'hui) permet d'atteindre les objectifs définis précédemment.

Tableau 29 : Résultats de simulation concernant la continuité écologique avec une ouverture de vanne du bras de décharge de 9 cm par le fond

	Paramètre	Q _{MNA5}	Q _{MNA2}	Q _{Module}	Q _{2Module}
Lauter - amont difffluence	Débit (m ³ /s)	1.5	1.7	2.5	5.0
Bras Nord - aval difffluence		0.4	0.6	1.1	2.9
Bras Sud		0.7	0.7	0.9	1.4
Passé à poissons		0.4	0.4	0.5	0.7

Les débits dans la passe à bassins sont proches des débits recherchés et compris entre 10 et 30 % du débit de l'écoulement dans le Bras Sud ; plage de débits requise dans le cas de l'intégration d'une passe à bassins. La passe est donc fonctionnelle et franchissable pour des débits compris entre le débit d'étiage (Q_{MNA5}) et deux fois le module.

Suite à cette étude de modélisation annexe, il est possible de définir un ouvrage à implanter au niveau de la piscine.

7.2.4.2 Aménagement de seuil de pied

La chute à rattraper sur le seuil en aval de la vanne de contrôle est relativement réduite. Elle est déjà franchissable par les salmonidés mais pénalisantes pour les anguilles et les petites espèces (jets plongeants).

La chute sur ce seuil aval varie de 25 à 34 cm dans la période de fonctionnement visée (Q_{MNA5} - 2*Mod).

7.2.4.2.1 Rampe à rugosités de fond

Pour rattraper cette chute, il a été envisagé de mettre en œuvre une rampe en enrochements à rugosité de fond sans macro-rugosités. La rampe alors définie présente une largeur de 5 m et une pente longitudinale de 6 %. La rampe présente également un devers latéral de 5 % vers la rive droite. La mise en place de ce dispositif entraîne le reprofilage de canal sur une longueur de 4,5 m.

Les conditions de franchissement obtenues dans cette configuration sont présentées ci-après :



Tableau 30 : Hauteur d'eau en écoulement uniforme

Hauteur d'eau (m) atteinte en régime d'écoulement uniforme			Cote du niveau d'eau amont (m)			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	158.59	158.60	158.63	158.73
1	1	158.25	0.22	0.22	0.24	0.29
2	1	158.30	0.19	0.19	0.21	0.26
3	1	158.35	0.16	0.17	0.18	0.24
4	1	158.40	0.13	0.14	0.15	0.21
5	1	158.45	0.10	0.11	0.12	0.18

Tableau 31 : Vitesse débitante en écoulement uniforme

Vitesse débitante (m/s) atteinte en régime d'écoulement uniforme			Cote du niveau d'eau amont (m)			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	158.59	158.60	158.63	158.73
1	1	158.25	1.55	1.56	1.63	1.87
2	1	158.30	1.41	1.43	1.50	1.75
3	1	158.35	1.26	1.28	1.36	1.63
4	1	158.40	1.10	1.13	1.21	1.50
5	1	158.45	0.93	0.95	1.05	1.35

Toutefois, dans cette configuration, la crête de la rampe dans sa partie la plus basse est très proche de la cote du radier du lit mineur en aval (158,22 m NGF). Aussi, il paraît peu pertinent de réaliser une rampe sur cette chute.

7.2.4.2 Aménagement de la chute

La chute actuelle est aménagée avec un seuil triangulaire à simple pente. La rive droite présente une cote de franchissement équivalente à la cote du radier aval : 158,22 m NGF. La cote supérieure de ce seuil est positionnée à 158,45 m NGF.

L'amont immédiat du seuil aménagé est repris de manière à créer un bassin de réception de la passe à bassins technique (cf. paragraphe suivant). Son radier est positionné à la cote de 158,05 m NGF soit - 0,15cm sous la cote d'arase minimale du seuil. Les débits provenant de la passe technique et l'orientation de l'échancrure triangulaire du seuil devraient assurer un auto-curage du bassin d'arrivée.

7.2.4.3 Passe à bassins technique

Dans le cadre du franchissement de la vanne de contrôle des débits, nous avons envisagé de nombreux scénarii d'aménagement qui ont été écartés pour diverses raisons :

- Rampes rustiques à macro-rugosités : ces scénarii ont été écartés en raison du manque de place autour de l'obstacle à aménager (remparts en rive gauche, piscine municipale en rive droite) ;
- Aménagement de la vanne au moyen de vanelles franchissables : si cette approche est séduisante et compatible avec les différentes espèces en présence en termes de vitesses d'écoulement et de charge amont, elle n'est pas acceptable en termes de Dh vis-à-vis de l'Anguille et des petites espèces (groupe neuf



notamment ; $D_h > 0.10\text{m}$) défini dans le guide de franchissabilité ICE publié par l'ONEMA en 2014.

Ainsi, seules les passes techniques sont possibles sur le site. Nous avons étudié deux approches techniques, une PAB à fentes et une PAB à échancrures latérales et à orifices de fond.

Si la première est favorable aux salmonidés et franchissable par l'anguille, elle sera très sélective pour les petites espèces sur le critère de Puissance Dissipée traduisant les turbulences dans les bassins. Elle a donc été écartée.

Nous avons donc retenu une passe à bassins à échancrures latérales et à orifices de fond favorable à la plus large gamme d'espèces dans les débits considérés (cf. **Annexe 5**).

Tableau 32 : Caractéristiques techniques de la passe à bassins

Hauteur de chute totale maximale (Dh)	0,85 m pour 2 * module	
Nombre de bassins	3	
Dimension des bassins	2,1 x 2,8 m	
Pente	4,97 %	
Echancrures		
Largeur	0,35 m	
Cotes	C3	158,16 m NGF
	C2	158,31 m NGF
	C1	158,46 m NGF
Orifices noyés		
Dimensions	0,40 x 0,40 m	



Tableau 33 : Débits et hauteurs pour chaque bassin en fonction du débit en entrée

		QMNA5	QMNA2	Mod	2*Mod
Q total PAP		0.284	0.300	0.364	0.549
B1	Heau	158.97	159.00	159.12	159.45
	Cote amont	158.22			
	Cote aval	158.22			
	Pv	0	0	0	0
C1	Cote	158.46			
	Charge amont	0.51	0.54	0.66	0.99
	Charge aval	0.38	0.40	0.50	0.78
	Dh	0.13	0.14	0.16	0.21
	Q	0.153	0.166	0.220	0.384
O1	Surface	0.16			
	Q	0.131	0.134	0.144	0.165
B2	Heau	158.84	158.86	158.96	159.24
	Cote amont	158.22			
	Cote aval	158.07			
	Pv	82	83	85	84
C2	Cote	158.31			
	Charge amont	0.53	0.55	0.65	0.93
	Charge aval	0.40	0.42	0.49	0.70
	Dh	0.13	0.13	0.16	0.24
	Q	0.156	0.168	0.218	0.374
O2	Surface	0.16			
	Q	0.128	0.132	0.146	0.175
B3	Heau	158.71	158.73	158.80	159.01
	Cote amont	158.07			
	Cote aval	158.07			
	Pv	93	96	106	119
C3	Cote	158.16			
	Charge amont	0.55	0.57	0.64	0.85
	Charge aval	0.43	0.44	0.47	0.56
	Dh	0.12	0.13	0.17	0.28
	Q	0.160	0.171	0.216	0.357
O3	Surface	0.16			
	Q	0.124	0.129	0.149	0.192

Afin de conserver la répartition des débits actuelle, il est nécessaire de modifier les degrés d'ouverture de la vanne de la piscine pour chaque situation hydrologique afin de compléter le débit transitant (Cf. 7.2.4.1).

Le degré d'ouverture pour le Q_{MNA5} étant de 9 cm, il nous paraît raisonnable de conserver la vanne actuelle sans aménagements complémentaires (vantelles).

7.2.4.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre de ce dispositif de franchissement sera complexe. Le site est très contraint par :



- En amont, la Lauter.
- En rive droite, le complexe aquatique. Il surplombe le bras sud. Ces talus atteignent quasiment la berge du bras sud. Des escaliers de services et des anciens murs devront être détruits.
- En rive gauche, le rempart et l'ancienne tour de garde. Ils constituent un élément central du classement de Wissembourg auprès des procédures menées par l'ABF.
- En aval, un réseau d'eau potable.

Aucun accès en rive droite n'a pu être identifié en l'état du site. Un accès pour les engins est possible le long des remparts par l'aval en rive gauche (portail double battant existant). Il est toutefois nécessaire de réaliser une traversée du cours d'eau pour atteindre la rive droite.

La réalisation du dispositif nécessite alors à minima les étapes suivantes :

- 1_Travaux préalables :
 - Installations de chantier ;
 - Mise en place du barrage de protection de l'environnement contre les fines (MES) ;
 - Mise en œuvre des accès ;
- 2_Passe technique :
 - Mise en place des murs de soutènement du remblai du complexe aquatique ;
 - Mise en œuvre des batardeaux ;
 - Terrassements des fonds de fouilles ;
 - Pompage des eaux résiduaires ;
 - Mise en œuvre des parois et des radiers structurels ;
 - Pose des cloisons intermédiaires ;
 - Pose des caillebotis et des barreaudages ;
 - Mise en œuvre des plaquettes en grès (habillage du béton) ;
- 3_Seuil aval :
 - Terrassement et déblais ;
 - Fourniture et pose des enrochements ;
- 4_Finitions :
 - Nivellement à l'arrière du mur de soutènement ;
 - Déplacement des clôtures et reprises des anciens accès ;
 - Ensemencement ;
 - Retrait des batardeaux et de l'accès provisoire.

7.2.5 ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation des coûts des travaux est basée sur l'observation des coûts lors de ces deux dernières années sur les marchés de maîtrise d'œuvre de SAFEGE.

Nous soulignons que le prix du dispositif pourra fortement varier selon les résultats des reconnaissances géotechniques, la méthodologie de travaux finale retenue, les



prescriptions de l'Architecte des bâtiments de France (ex : plaquage en grès des voiles béton).

Tableau 34 : Estimation financière des travaux

N° de Prix	Poste de travaux	U	Q	MONTANT
				€ H.T.
1 - Travaux préalables				
1_1	Amenée et repli des installations de chantier	Ft	1.00	4 500.00 €
1_2	Élimination de la végétation	Ft	1.00	1 000.00 €
1_3	Création des accès provisoires y compris traversée en aval du bras sud (busage et remblai)	Ft	1.00	4 500.00 €
TOTAL_CHAP1				10 000.00 €
2 - Gestion des eaux				
2_1	Batardeaux y compris continuité hydraulique du bras sud	Ft	1.00	5 000.00 €
2_2	Pompage	H	p.m	75.00 €
2_3	Barrage filtrant de protection de l'environnement (MES)	Ft	1.00	2 500.00 €
TOTAL_CHAP2				7 500.00 €
3 – Passe à bassins techniques				
3_1	Décapage de la terre végétale et stockage provisoire	m ²	50.00	100.00 €
3_2	Déblais, nivellement et évacuation	m ³	270.00	3 240.00 €
3_3	Soutènement de talus par des berlinoises ou des palplanches	ml	20.00	3 000.00 €
3_4	Béton de propreté	m ³	5.00	1 250.00 €
3_5	Béton de structure	m ³	45.00	33 750.00 €
3_6	Voiles préfabriqués inter-bassins	U	3.00	2 640.00 €
3_7	Enrochements 100-150mm pour la rugosité de fond	Ft	1.00	350.00 €
3_8	Barreaux de protection	U	2.00	800.00 €
3_9	UPN300 y compris visserie et fixations	U	2.00	2 500.00 €
3_10	Pierres de maçonnerie en grès des Vosges	m ³	18.00	9 540.00 €
TOTAL_CHAP3				57 170.00 €
4 – Aménagement du seuil				
4_1	Démolition partielle du radier existant	m ²	42.00	800.00 €
4_2	Reprise des arrêtes de fin du radier et du pied des murets existants	m ³	6.20	3 250.00 €
4_3	Enrochements du seuil	m ³	55.00	6650.00 €
TOTAL_CHAP4				10 800.00 €
5 - Travaux de finition				
5_1	Retrait des batardeaux et des busages	Ft	2.00	1 000.00 €
5_2	Clôtures et finition de l'aménagement des abords du complexe aquatique	Ft	1.00	5 500.00 €
5_3	Repli de chantier et remise en état	Ft	1.00	2 500.00 €
TOTAL_CHAP5				9 000.00 €
RECAPITULATIF Travaux				
1 - Travaux préalables				10 000.00 €
2 - Gestion des eaux				7 500.00 €
3 – Passe à bassins techniques				57 170.00 €



4 – Aménagement du seuil	10 800.00 €
5 - Travaux de finition	9 000.00 €
TOTAL Travaux € H.T.	94 470.00 €
AUTRES MISSIONS	
Maitrise d'œuvre (PRO-ACT-VISA-DET-AOR) et dossier d'autorisation loi sur l'eau	32 000.00 €
Mission géotechnique G2, G3 et G5	18 000.00 €
Divers et imprévus ~20%	19 000.00 €
TOTAL en € H.T.	163 470.00 €
TVA 20 %	32 694.00 €
TOTAL en € T.T.C.	196 164.00 €

7.2.6 WALKMUEHLE

Les deux rives étant occupées par une roue, la construction d'un dispositif de franchissement est complexe.

Un bâtiment est présent en rive droite. Il soutient la roue à eau (ancien moulin de la Walk). Elle ne permet donc pas l'installation d'un dispositif de franchissement. La rive gauche est moins encombrée. Seul le mur soutenant la roue subsiste. Toutefois, la commune envisage de rénover la roue sur ce site. L'emprise foncière en rive gauche est donc également bloquée.

Après validation du comité de pilotage et des services de l'état en réunion de septembre 2015, nous avons retenu l'hypothèse de travail suivante : utiliser le déversoir de l'ouvrage comme point d'appui pour la création d'une rampe en enrochements.

La hauteur de chute modélisée varie entre 1,18 et 1,24 m avec l'ouverture de vanne relevée par le géomètre. Cependant, la gestion de l'ouvrage (et de l'ouverture des vannes) s'effectue à vue par le propriétaire du restaurant en rive gauche. La surverse des vannes est régulière et seul un repère visuel permet la régulation du plan d'eau en étiage pour assurer les usages (prise d'eau en amont de l'étang de pêche appartenant à l'Association de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques).

La mise en œuvre d'une rampe en enrochements s'appuyant sur le déversoir nécessite une régulation fine du plan d'eau pour permettre un fonctionnement optimal du dispositif quel que soit le débit de La Lauter. L'étude du contexte et le levé du géomètre montrent qu'il est nécessaire de maintenir un plan d'eau à la cote moyenne de 160,14 m NGF environ. Nous n'envisageons pas de modifier les organes de manœuvre du barrage ni de le moderniser. Aussi, nous acceptons une variation de la charge amont de ± 10 cm dans la conception du dispositif de franchissement (fréquence maximale de régulation : quotidienne).

7.2.6.1 Conception technique

7.2.6.1.1 Rampe à macro-rugosités

Une rampe en enrochements à singularités régulièrement réparties présente l'avantage de ne pas créer de chutes d'eau difficilement franchissables pour les petites espèces. L'énergie du courant est plus efficacement dissipée et chaque bloc constitue



une zone d'abris hydrauliques, tout en conservant une hauteur d'eau suffisante pour la nage des plus grandes espèces. Le tableau suivant récapitule les critères hydrauliques à respecter pour ce type de rampe en fonction des espèces cibles.

Tableau 35 : Critères hydrauliques à respecter selon les espèces cibles pour les enrochements régulièrement répartis

Espèces	Vitesse maximale (m/s)	Hauteur d'eau minimale (m)	Puissance dissipée maximale (W/m ²)	Pente maximale associée à la puissance dissipée
Saumons	2.5	0.40	500-600	7 %
Truites de rivière	2.0	0.30	500-600	7 %
Petites espèces	1.5	0.10	200-300	3-4 %
Anguilles	1.5	0.05	200-300	4 %

La dissipation d'énergie étant plus uniformément distribuée dans une rampe en enrochements régulièrement répartis que dans une passe à bassins classique, les puissances dissipées maximales supportées par les espèces sont plus importantes. C'est avant tout la pente qui contrôle la puissance dissipée. Une pente supérieure à 4 % sera difficilement franchissable pour les petites espèces.



Figure 48 : Rampe à macro-rugosités sur un seuil autoroutier de l'A7

Le dimensionnement de la rampe, indépendamment de la densité des blocs (espacement) et des critères hydrauliques, engendre une contrainte majeure : la pente.

Pour que cette passe puisse répondre aux exigences fixées dans le cadre de cette étude, la pente maximale de ce type de dispositif est de 4 %. Aussi avec une chute comprise entre 1,50 et 1,70 m, l'ouvrage atteindrait une emprise de 37 à 42 m.

La position du dispositif ne permet pas d'ajustement vers l'amont dans l'emprise du plan d'eau (nécessité de conserver l'alimentation de la roue en rive droite). En aval, le site ne permet pas d'intégrer un ouvrage aussi imposant.

La réalisation d'une rampe à macro-rugosités n'est pas envisageable sur la position retenue en accord avec le comité de pilotage.



7.2.6.1.2 Rampe en rangées périodiques

Afin de pouvoir répondre à la franchissabilité des espèces cibles, la rampe en enrochements sera alors du type rampe en rangées périodiques.

En rangées périodiques, le fonctionnement du dispositif se rapproche d'un fonctionnement d'une passe à bassins. Les enrochements avec des macro-rugosités forment alors l'équivalent d'une cloison épaisse de 0,50 m.

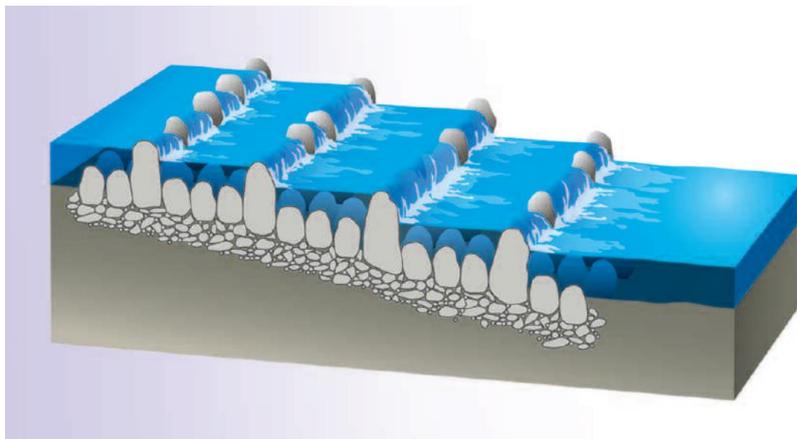


Figure 49 : Schéma d'une rampe à rangées périodiques, source : ONEMA

Afin de pouvoir intégrer une telle rampe sur le site, une pente de 12,4 % est nécessaire ; soit une longueur totale de l'ouvrage de 16 m environ. La hauteur de chute entre pseudo-bassins est alors de 0,25 m, pour un espacement inter-rangée de 2 m. La rampe comporte alors 7 rangées ou chutes (Cf. **Annexe 5**).

Chaque rangée comporte 4 passes de hauteur différente afin de favoriser des écoulements attractifs pour l'ensemble des espèces cibles. Ainsi, pour la 1^{ère} rangée, l'échancrure de gauche est positionnée à la cote de 159,64 m NGF avec une pelle de 0,24 m. Les passes vers la rive droite s'élèvent progressivement avec un décalage de +0,05 m. Chaque échancrure ou passe présente une largeur de 0,40 m. Elles sont séparées par des blocs de 0,70 m de largeur et de 1 m de hauteur utile (arase à 160,40 m NGF) ; soit une dimension générale de 0,70*0,50*2 m.

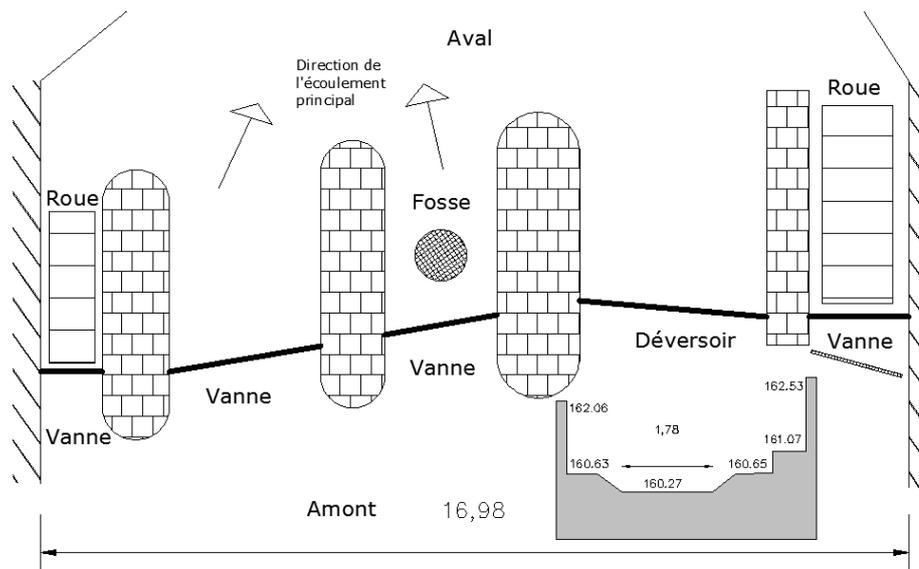


Figure 50 : Schéma vue de haut du Walkmuehle en l'état actuel

Le dimensionnement hydraulique du dispositif doit répondre aux éléments suivants :

- la formation de jets de surface. La charge minimale sur l'échancrure rive gauche doit donc être de 0,50 m ;
- une chute maximale de 0,25 m ;
- des puissances dissipées inférieures à 300 W/m³ ;

Chacune de ces conditions a été vérifiée avec une plage de fonctionnement du plan d'eau amont entre 160,04 et 160,24 m NGF. Le plan d'eau est régulé par la vanne centrale accolée à la position de la future rampe.

Pour des écoulements avec un plan d'eau régulé à 160,14 m NGF, les résultats sont alors les suivants :

Tableau 36 : Résultats pour un plan d'eau régulé à 160,14 m NGF

Largeur (m)	P : Cote moyenne des seuils sur la tranche (m)	Hs : Hauteur d'eau moyenne sur les seuils de la tranche (m)	Submersion relative	Coefficient de noyage du seuil	Débit par tranche (m ³ /s)	Vitesse débitante par tranche (m/s)	Puissance dissipée par tranche (Watt/m ³)
1.1	0.240	0.60	non	1.00	0.29	0.44	269
1.1	0.290	0.55	non	1.00	0.25	0.42	236
1.1	0.340	0.50	non	1.00	0.22	0.40	204
1.1	0.390	0.45	non	1.00	0.19	0.38	175
Débit Total (m³/s) :					0.951		

Le débit dans la rampe représente une portion significative des écoulements de la Lauter. L'attractivité hydraulique est suffisante pour les espèces cibles. Le tableau ci-dessous synthétise les débits de la rampe dans les différentes conditions de fonctionnement (normale et dégradées) :

Tableau 37 : Débits dans la rampe en fonction de la plage de fonctionnement

	Débit (m ³ /s)	QMNA ₅	Q _{2M}
Plage de fonctionnement basse :	0.69	46%	14%
Plage de fonctionnement normal :	0.95	63%	19%
Plage de fonctionnement haut :	1.23	82%	25%

7.2.6.2 Mise en œuvre

En raison du positionnement de la rampe, l'implantation de l'ouvrage nécessite le prolongement des culées maçonnées existantes de part et d'autre du déversoir par deux murs en maçonnerie. Ils encadrent la rampe et permettent de conserver les écoulements de la rampe tout en protégeant cette dernière d'entrées non contrôlées. La face supérieure de ces murs est de forme arrondie pour limiter leur entretien (risque de dépôt).

La rampe s'inscrivant vers l'aval du site, il sera nécessaire d'isoler la rive droite du lit mineur par un batardeau afin de travailler dans une enceinte à sec.

Le déversoir actuel est arasé jusqu'à la cote de 158,40 m NGF à minima afin de permettre l'implantation de la rampe. Les enrochements comporteront des arêtes vives non arrondies. Nous recommandons d'utiliser des enrochements taillés en carrière (découpe des faces jointives) et non simplement sélectionnés. Cela permet d'obtenir une plus grande précision dans la mise en œuvre.

Selon les dispositions constructives retenues par l'entreprise, ils pourront également être remplacés par des éléments en béton comportant des faces rugueuses (brossées,...). **Nous soulignons ici l'impact visuel majeur qu'entraîne la réalisation de cet aménagement** (cf. figure ci-après). Nous sommes dans les limites du zonage de la ville de Wissembourg soumis à l'avis de l'Architecte des bâtiments de France.

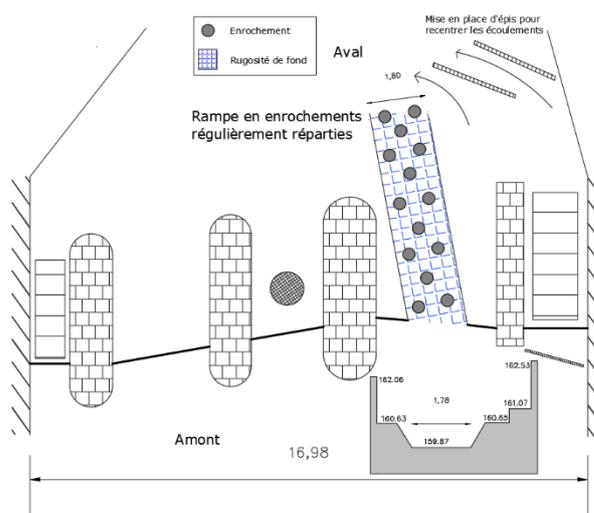


Figure 51 : Schéma vue de haut du Walkmuehle en l'état aménagé



Une implantation en rive droite serait plus favorable vis-à-vis des problématiques paysagère et piscicole. En effet, le déport vers l'amont du dispositif améliorerait son attractivité (sortie en pied du barrage) et l'inscription dans la berge du dispositif minimiserait l'impact visuel sur les roues de moulin et sur l'aspect général du site.



Figure 52 : photo du Walkmuehle depuis l'aval (29/04/15)

7.2.6.3 Estimation financière

L'estimation des coûts des travaux est basée sur l'observation des coûts lors de ces deux dernières années sur les marchés de maîtrise d'œuvre de SAFEGE.

Nous soulignons que le prix du dispositif pourra fortement varier selon les résultats des reconnaissances géotechniques, la méthodologie de travaux finale retenue, les prescriptions de l'Architecte des bâtiments de France (ex : interdiction de modifier l'aspect visuel de l'ouvrage : le principe d'aménagement serait dans ce cas remis en cause).

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Tableau 38 : Estimation financière des travaux

N° de Prix	Poste de travaux	U	Q	MONTANT € H.T.
	1 - Travaux préalables			
1_1	Amenée et repli des installations de chantier	Ft	1.00	3 500.00 €
1_2	Élimination de la végétation	Ft	1.00	2 000.00 €
1_3	Création des accès provisoires y rampe aval	Ft	1.00	2 500.00 €
TOTAL_CHAP1				8 000.00 €
2 - Gestion des eaux				
2_1	Batardeaux	Ft	1.00	3 500.00 €
2_2	Pompage	Ft	1.00	18 000.00 €
TOTAL_CHAP2				21 500.00 €
3 – Rampe				
3_1	Découpe du déversoir actuel	Ft	1.00	1 500.00 €
3_2	Déblais, nivellement et évacuation	m ³	150.00	2 700.00 €
3_3	Murs maçonnés de la rampe	m ³	41.00	21 730.00 €
3_4	Enrochements des micro-seuils	m ³	24.50	3 675.00 €
3_5	Enrochements de la rampe	m ³	20.00	2 000.00 €
3_6	Matériaux d'assise graveleux	m ³	25.00	2 500.00 €
3_7	UPN300 y compris visserie et fixations	U	2	350.00 €
TOTAL_CHAP3				34 455.00 €
4 - Travaux de finition				
4_1	Retrait desatardeaux	Ft	1.00	1 000.00 €
4_2	Reprise de la berge aval	Ft	1.00	3 500.00 €
4_3	Repli de chantier et remise en état	Ft	1.00	2 500.00 €
TOTAL_CHAP5				7 000.00 €
RECAPITULATIF Travaux				
1 - Travaux préalables				8 000.00 €
2 - Gestion des eaux				21 500.00 €
3 – Passe à bassins techniques				34 455.00 €
4 - Travaux de finition				7 000.00 €
TOTAL Travaux € H.T.				70 555.00 €
AUTRES MISSIONS				
Maitrise d'œuvre (PRO-ACT-VISA-DET-AOR) et dossier d'autorisation loi sur l'eau				28 000.00 €
Mission géotechnique G2, G3 et G5				16 000.00 €
Divers et imprévus ~20%				14 000.00 €
TOTAL en € H.T.				128 555.00 €
TVA 20 %				25 711.00 €
TOTAL en € T.T.C.				154 266.00 €

7.2.7 SEUIL DE WEILER

Le seuil situé sous le pont de la rue du Pigeonnier à Weiler présente une chute d'eau (> 20 cm) et des vitesses d'écoulement (> 2 m/s) qui compliquent la franchissabilité pour les petites espèces.



Ce seuil génère également un frein aux écoulements lors des régimes de crues et provoque des inondations pour les plus importantes. Aussi, l'effacement total de ce seuil est préconisé dans le chapitre hydraulique de cette étude.

La gêne à la continuité écologique sera par conséquent supprimée dans les mêmes travaux. Aucun travail supplémentaire n'est à prévoir ici.



Figure 53 : Vue amont du seuil de Weiler (29/04/15)



7.3 AMELIORATION DE LA QUALITE PHYSIQUE

7.3.1 RENATURATION OU RESTAURATION DE LA QUALITE PHYSIQUE

Le diagnostic a mis en évidence des secteurs avec une dynamique non naturelle de la Lauter. La renaturation de la Lauter a pour but de créer de nouveaux habitats caractérisés par une diversité d'écoulement, de lame d'eau, et de caches. Cette partie présente des actions qui permettent de rendre à la Lauter un aspect plus naturel et plus attractif pour la faune piscicole.

Au vu du diagnostic de la Lauter, nous proposons deux actions de renaturation :

- la remise en eau du méandre en aval de Weiler
- et le reméandrage en aval d'Altenstadt.

Le Bras Nord, trop fortement impacté, ne fait l'objet d'aucune proposition de renaturation. En effet, les zones de remous hydraulique en amont de chaque ouvrage sont longues et remontent souvent quasiment jusqu'à l'ouvrage précédant. Dans les zones de remous hydraulique, les actions de restauration de l'hydromorphologie du cours d'eau sont très peu efficaces et coûteuses. De plus, de telles actions entraîneraient une réduction de la section hydraulique du cours d'eau, et cette conséquence n'est pas acceptable dans les conditions de risque d'inondation du centre de Wissembourg. La seule solution efficace serait d'aménager ou retirer les ouvrages hydrauliques et d'aménager le lit mineur. Toutefois la restauration du lit mineur ne pourra pas être complète du fait des contraintes de protection des biens et des personnes contre le risque inondation. Ce type de solution est très coûteux et ne pourra pas apporter une renaturation complète. De plus, l'aménagement ou le retrait complet d'ouvrages hydrauliques si importants et liés à du bâti utilisé est très compliqué techniquement, financièrement et d'un point de vue foncier. Ainsi, à cause de la présence des ouvrages et du contexte urbain, aucune action n'est techniquement et financièrement envisageable par rapport au faible gain écologique apporté.

7.3.1.1 Forêt alluviale de Weiler

Un ancien méandre est visible en forêt alluviale en aval de Weiler (cf. Figure 54). La présence de nombreux chenaux de drainage autour de la zone fait penser que sa déconnexion est liée à des actions anthropiques.

La reconnexion du méandre avec le lit mineur de la Lauter est préconisée pour deux raisons :

- La mise en eau des annexes hydrauliques lors des crues sera facilitée ;
- Les écoulements seront ralentis, ce qui diversifiera les habitats et limitera l'impact des crues à l'aval.

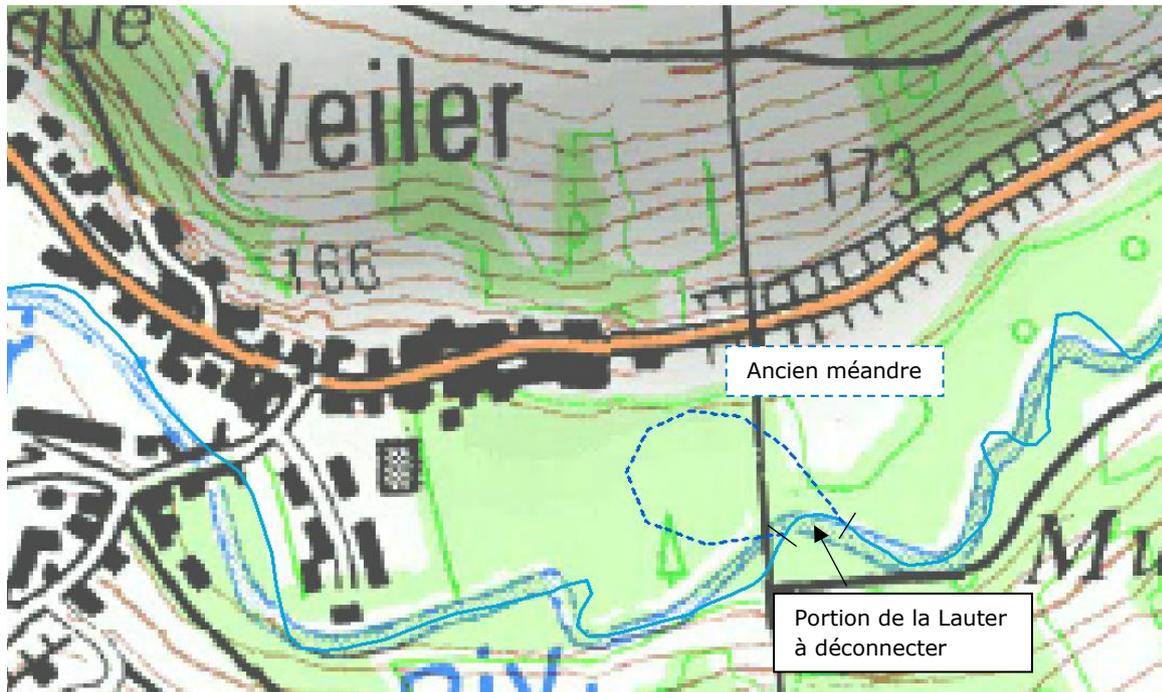


Figure 54 : Localisation du méandre à reconnecter en aval de Weiler

L'objectif est de faire transiter complètement la Lauter via l'ancien méandre. Ainsi, au niveau de la connexion entre le lit mineur et le méandre, une berge est à construire sur toute la largeur du lit afin d'orienter l'écoulement dans le méandre. Des travaux de terrassement seront nécessaires pour creuser le lit du méandre. Le méandre sera plutôt sous dimensionné afin de laisser la rivière retrouver par elle-même un tracé plus sinueux et une morphologie naturelle. Les matériaux meubles excavés peuvent être utilisés pour la confection de la berge qui peut également être renforcée par des enrochements.

Un autre scénario possible est le comblement de la partie linéaire et de laisser évoluer naturellement. Cette solution permettrait de laisser divaguer le cours d'eau où il le souhaite au niveau du méandre. Cette solution est d'autant plus envisageable dans la mesure où il n'y a pas d'enjeu humain ou lié à la sécurité des biens et des personnes sur ce site. Compte tenu du contexte et de la force hydraulique des cours d'eau, il n'est pas certain de voir clairement le talweg se dessiner cependant un nouveau chenal pourrait être identifié suite à quelques épisodes de crues (identification par piquetage). Cette solution implique un suivi technique de la situation et une éventuelle intervention pour dessiner un lit pourra être envisagée selon l'évolution du cours d'eau. Cette solution permettrait de restaurer le secteur à moindre coût en laissant faire l'évolution naturelle. **Toutefois, cette solution est compliquée par rapport à la contrainte foncière car on est ici dans du domaine privé. Cette action ne pourra se faire que sous réserve de maîtriser le foncier.**



Le choix du scénario sera réalisé grâce aux études complémentaires (stade PRO) et selon les volontés locales. Le scénario 2 étant une simplification du scénario 1, seul le scénario 1 est détaillé ci-après et dans une fiche action (cf. **Annexe 9**).

Pour estimer la taille du futur méandre, nous nous intéressons à la puissance spécifique. En effet, les capacités d'un cours d'eau à retrouver une géométrie naturelle dépendent de cette puissance ω :

$$\omega = \frac{\Omega}{l} \quad ; \quad \Omega = \gamma * Q * I$$

Avec :

- ω : la puissance spécifique (W/m²)
- Ω : la puissance brute (W/m)
- γ : le poids volumique de l'eau (9810 N/m³)
- Q : le débit (usuellement le débit de pleins bords est utilisé (m³/s))
- l : la largeur du lit pour le débit utilisé (m)
- I : la pente (0,0003 m/m sur ce secteur)

Il est reconnu que c'est à partir d'une puissance spécifique comprise entre 25-35 W/m² (A. Brookes (1988) in Bravard et Petit (1997)), qu'un cours d'eau est capable de se réajuster naturellement et ce en quelques années.

La largeur de la Lauter sur le tronçon qui va être court-circuité est d'environ 8,5 m. Le méandre actuel est inférieur à 1m.

Le tableau suivant présente les puissances spécifiques de la Lauter pour une pente moyenne de 0,0003 m/m sur le secteur du méandre et différents débits et largeur de lit.

Tableau 39 : Largeurs du lit d'étiage et de pleins bords de la Lauter (en m) à Weiler pour différents débits et différentes puissances spécifiques

ω (W/m ²) Q (m ³ /s)	25	30	35
1,5 (QMNA5)	0,18	0,15	0,13
7,8 (Q2)	0,92	0,77	0,66

Ces dimensions sont très faibles par rapport au gabarit actuel de la Lauter. Nous avons utilisé le modèle hydraulique (cf. **Volet A : « Etude hydrologique et hydraulique »**) pour valider la dimension du lit à donner au méandre. Après plusieurs essais, un cours d'eau avec un chenal d'étiage schématiquement en trapèze de 1m de



petite base, 2 m de grande base et 1 m de profondeur (cf. Figure 56, page 99) permet de contenir tout juste le débit d'étiage (Q_{MNA5}) et peut faire légèrement déborder le débit biennal (Q_2) (cf. Figure 55). On peut donc partir sur cette base de dimension pour le nouveau gabarit dans la Lauter au niveau du méandre.

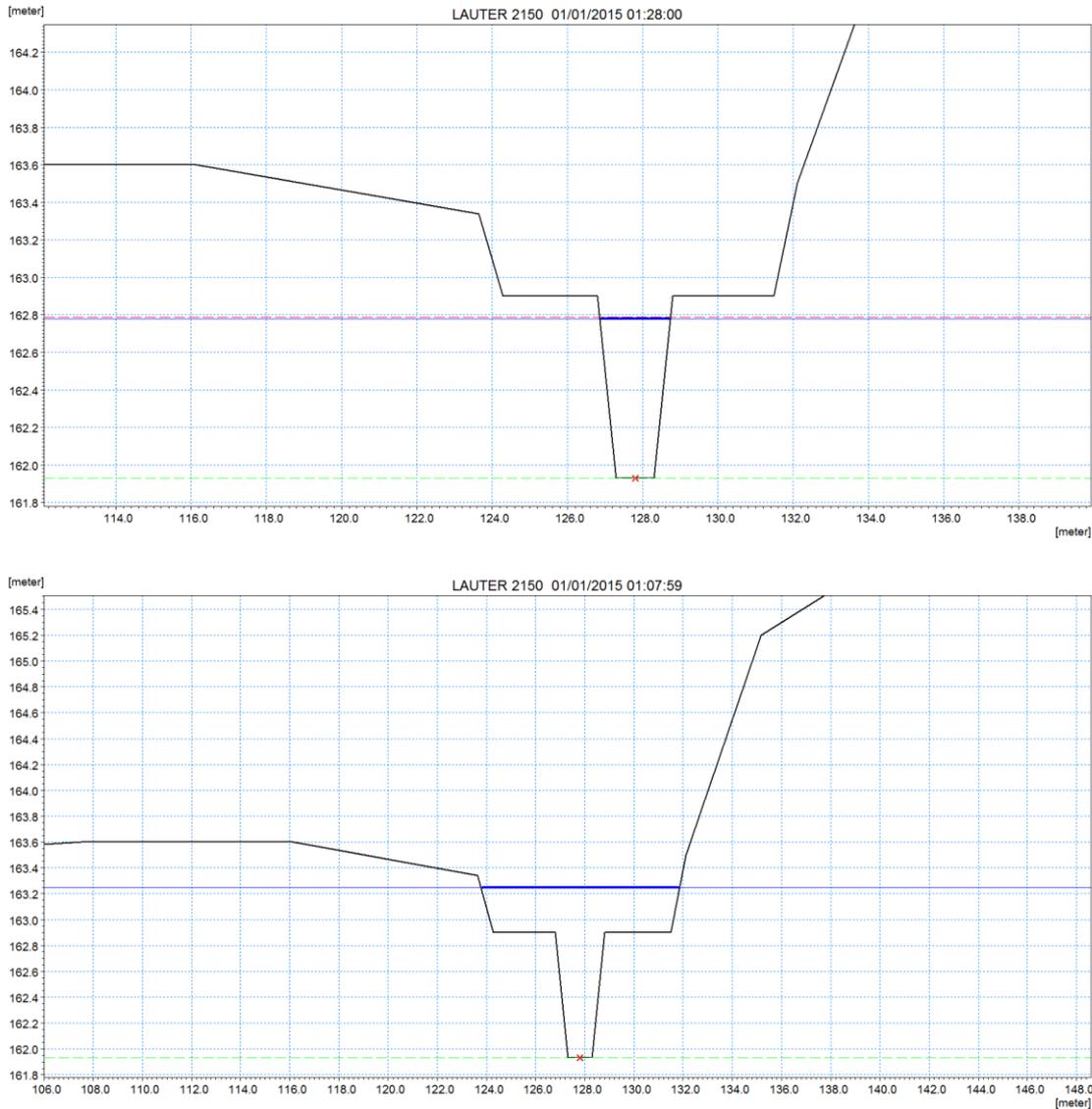


Figure 55 : Résultat de la modélisation du Q_{MNA5} (en haut) et de Q_2 (en bas) sur le profil futur du méandre de la Lauter en aval de Weiler

Le tronçon court-circuité sera comblé en grande partie à partir des matériaux extraits et transformé en bras mort. Ainsi, en cas de hautes eaux, le tracé linéaire actuel de la Lauter pourra être en eaux. Pour une crue biennale, le modèle hydraulique montre sur le profil 16 (PK=2136,56 m) (en amont du futur méandre) que la hauteur d'eau dans la Lauter est de 0,926 m et pour crue décennale, de 1,148 m. Nous proposons donc de remblayer la Lauter entre l'entrée et la sortie du futur méandre sur une hauteur d'environ 0,95 m afin que le lit remblayé serve de chenal supplémentaire pour des crues de période de retour supérieur à 2 ans.

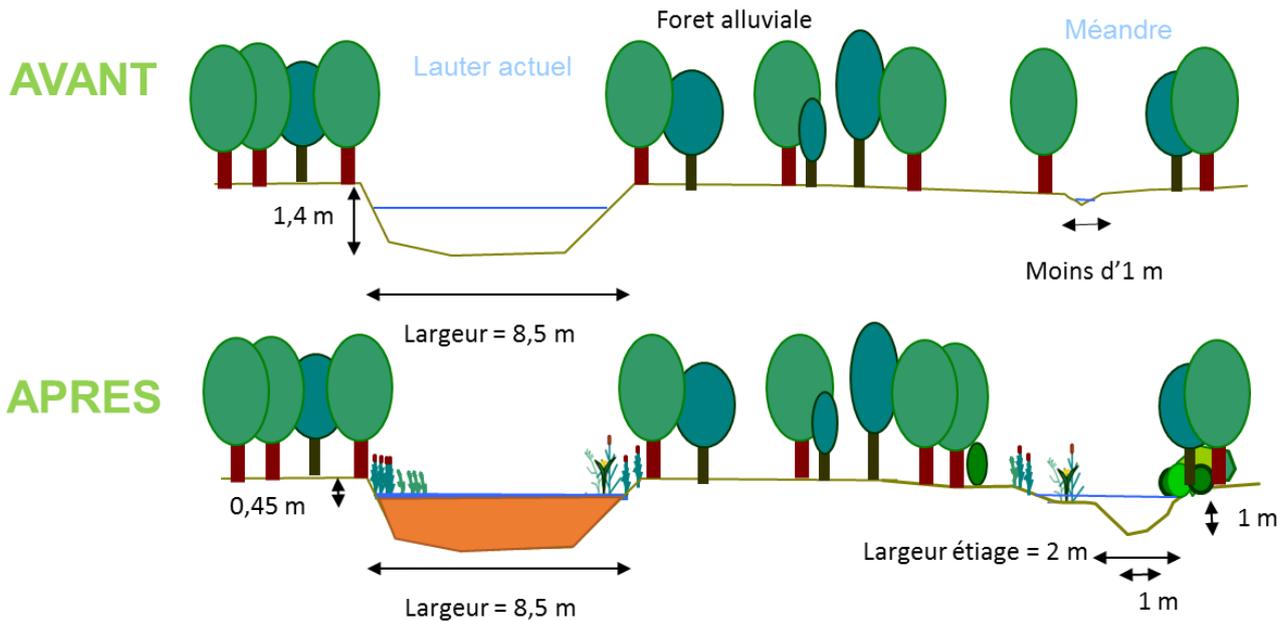


Figure 56 : Schéma des profils en travers des aménagements sur la Lauter en aval de Weiler

Il est préconisé d'effectuer les travaux en été, hors période de migrations et de frai des espèces Saumon et Truite. La ripisylve sera impactée lors des travaux, l'abattage d'arbres est nécessaire pour permettre aux engins de rejoindre le site. Les travaux doivent comprendre la replantation d'une ripisylve adaptée.

L'accès au site est une contrainte forte de cette solution.

7.3.1.2 Diversification des habitats sur le parcours de pêche no kill

Le parcours de pêche no kill offre une certaine diversité en termes d'écoulements. Il serait cependant intéressant de renaturer les portions marquées par des hauteurs d'eau trop homogènes et des berges dégradées. L'enjeu principal est de multiplier les habitats, et de créer des zones de caches et d'abris dans lesquelles les poissons pourront se réfugier si le courant devient trop fort.

En cas de crue, afin de limiter les inondations dans le centre-ville de Wissembourg, la commune envoie plus d'eau vers le Bras Sud. Ceci entraîne des phénomènes de chasse, qui peuvent dégrader voire détruire des frayères. L'AAPPMA locale aimerait qu'une solution soit trouvée pour réduire l'impact sur les zones de frayère. Dans ce cadre, nous proposons la mise en place d'abris hydrauliques. En effet, la présence de caches et d'abris influence sur le choix du lieu de ponte des poissons. Il est important aussi de conserver voire augmenter la capacité hydraulique actuelle du cours d'eau du fait de l'utilisation de ce bras pour réduire les risques inondation du Bras Nord.

Plusieurs aménagements sont possibles :

- En rive gauche, la plantation de **fascines d'hélophytes** permettrait de protéger les berges en mauvais état et de remplacer les protections en pieux bois présentes mais dégradées. La fascine d'hélophytes est une technique de génie végétal qui



nécessite peu d'emprise terrain, mais qui est sensible aux fortes variations de niveau d'eau et à l'ombrage excessif ;

- La plantation d'une ripisylve adaptée (les racines servant de caches) ;
- La disposition de blocs de pierre le long du parcours ;
- La mise en place d'épis ;
- La mise en place d'abris piscicoles en bois ou en blocs ;
- La création d'annexes hydrauliques permettant de créer des zones de repos en cas de montée des eaux, et permettant aussi d'augmenter la capacité hydraulique du Bras Sud en cas de crue. Les berges de cette annexe seront plantées d'hélophytes afin de les renforcer et de diversifier les habitats.

Ces aménagements assez ponctuels peuvent être complétés ou remplacés par des aménagements plus ambitieux tels que le retalutage des berges dégradées (permettant aussi la création d'un profil en travers plus hétérogène avec chenal d'étiage) et la restauration d'une ripisylve fonctionnelle afin de redonner au cours d'eau une diversité naturelle d'habitats et d'écoulements.

Les seuils de fond observés peuvent être conservés à condition de s'assurer de leur franchissabilité pour les petites espèces (cf. **Volet B : « Diagnostic de la continuité écologique »**).

La localisation des aménagements proposés est présentée sur la carte suivante.

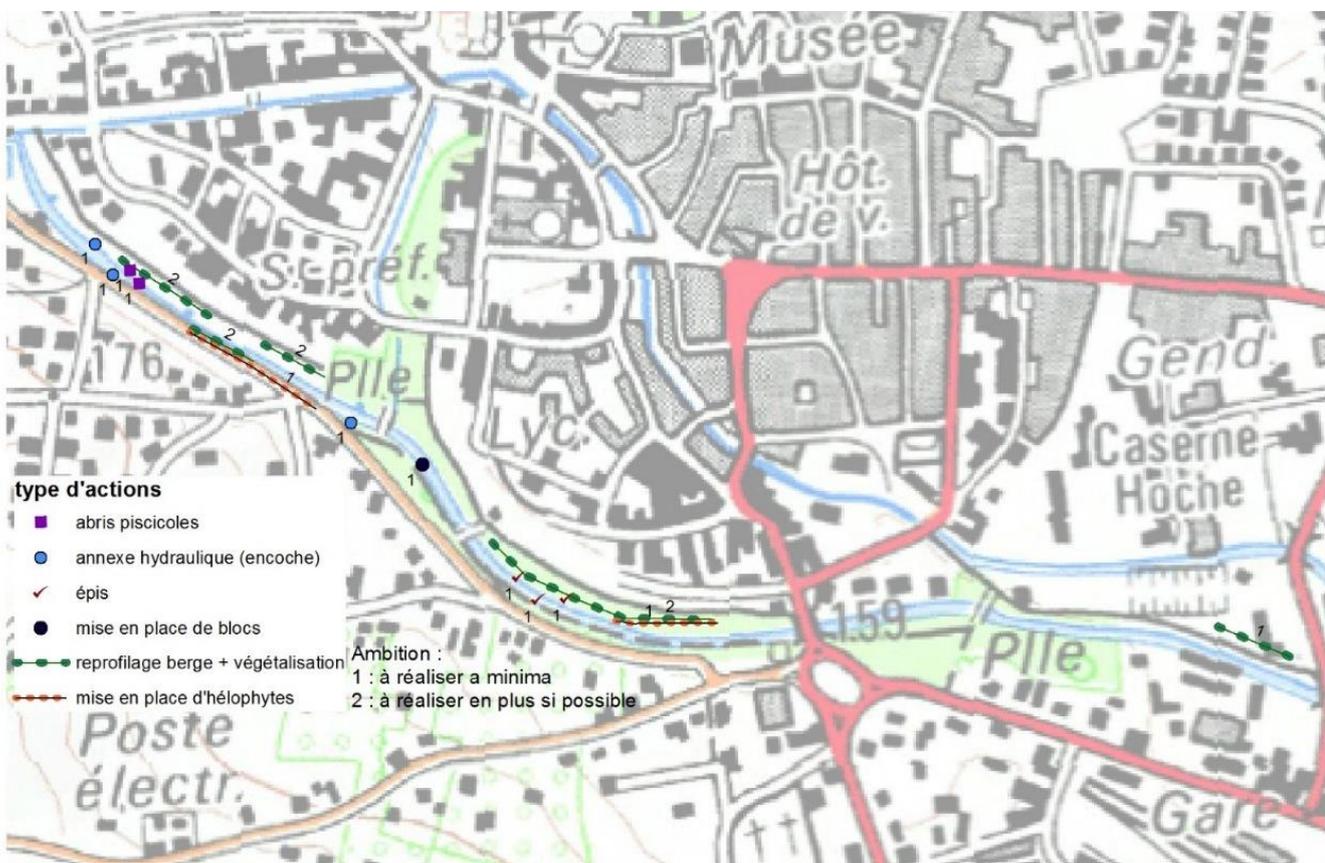


Figure 57 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras Sud de la Lauter



Les longueurs des aménagements sont présentées dans le chiffrage dans la fiche action (cf. **Annexe 9**).

Des illustrations de ces aménagements sont présentées ci-après.



Figure 58 : Exemple de plantation d'hélophytes

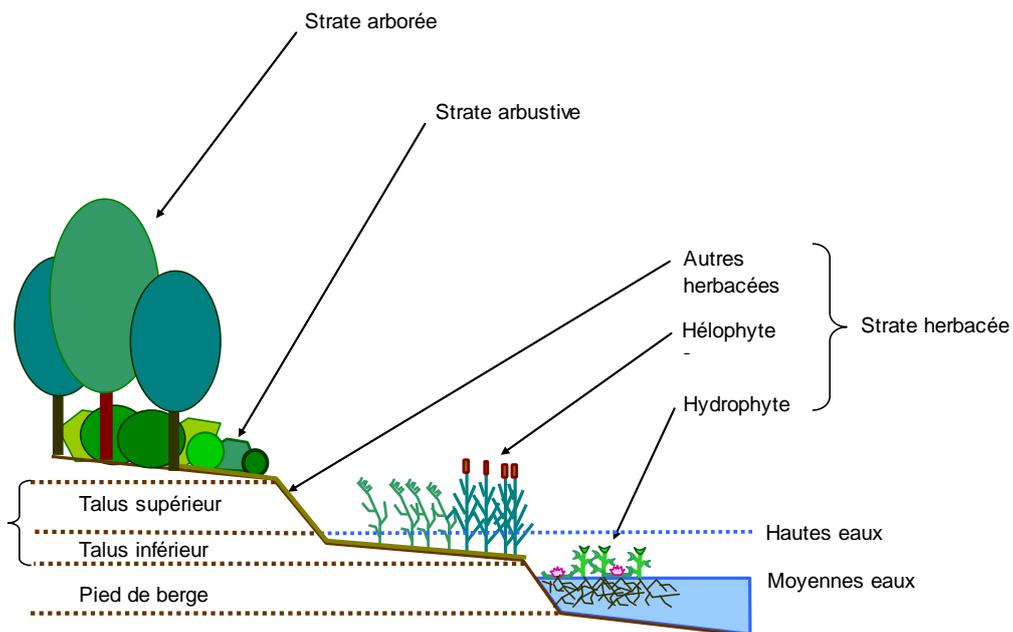


Figure 59 : Schéma de principe sur le retalutage des berges et sa végétalisation (Source : Safege)

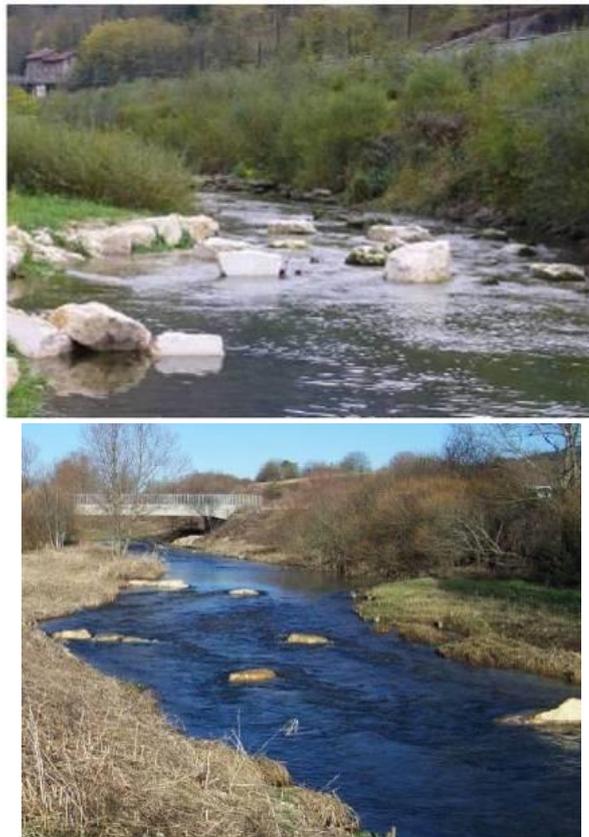


Figure 60 : Exemples de diversification avec des blocs (source : Association Rivière Rhône-Alpes)

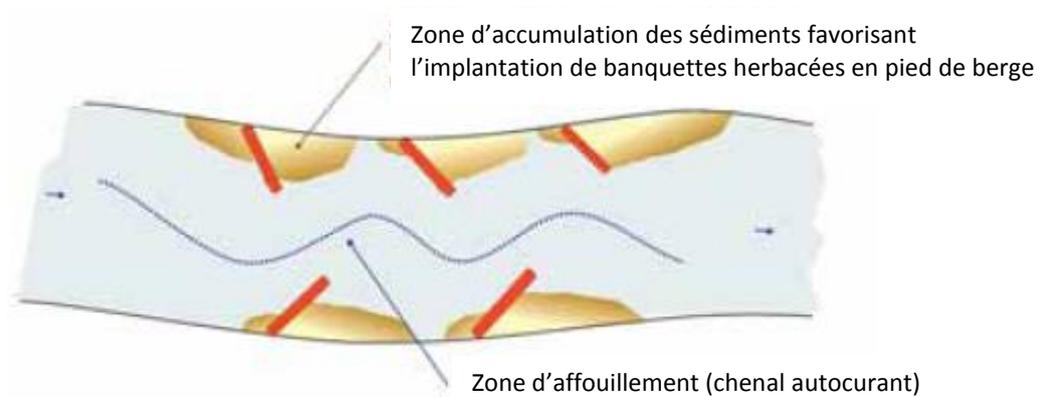


Figure 61 : Principe de création des méandres grâce aux épis (Source : Agence de l'eau Seine Normandie)



Figure 62 : Exemples d'épis avec fagots de saules (Source : SAGEBA et Agence de l'eau Seine Normandie)

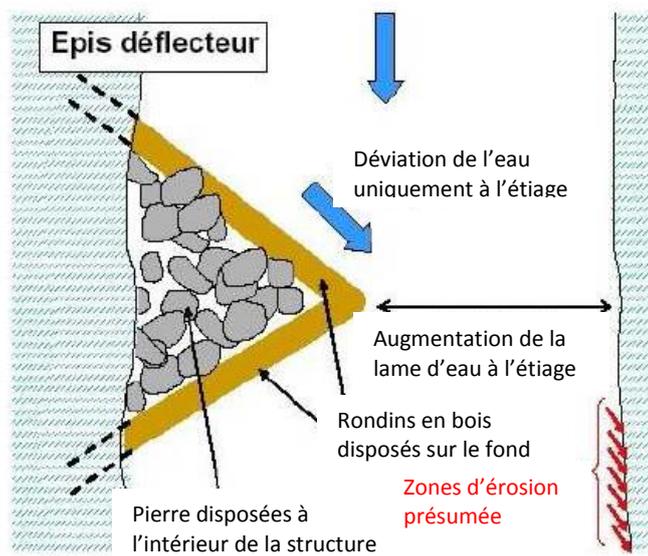


Figure 63 : Schéma type d'un épis déflecteur en bloc (Source : SAFEGE)

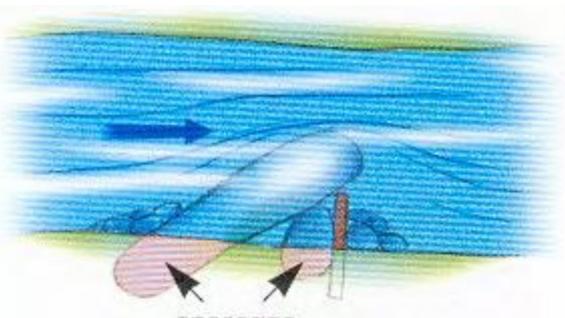


Figure 64 : Exemple d'un abri piscicole fait de bloc (Source : Fédération de pêche de la Lozère)

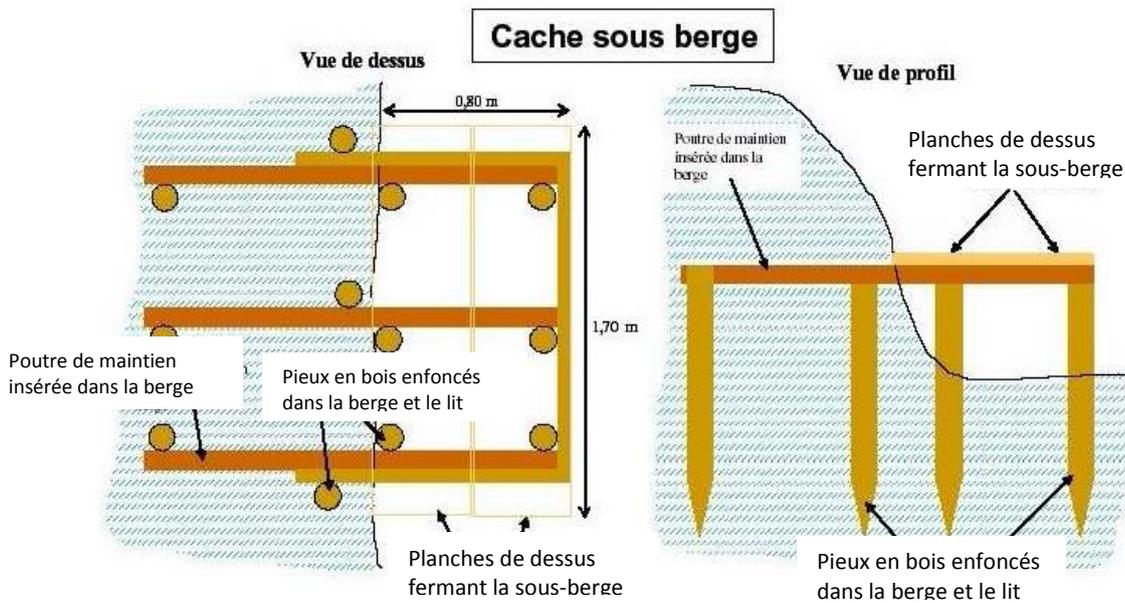


Figure 65 : Exemple d'une cache sous berge faite en bois (Source : Safège)

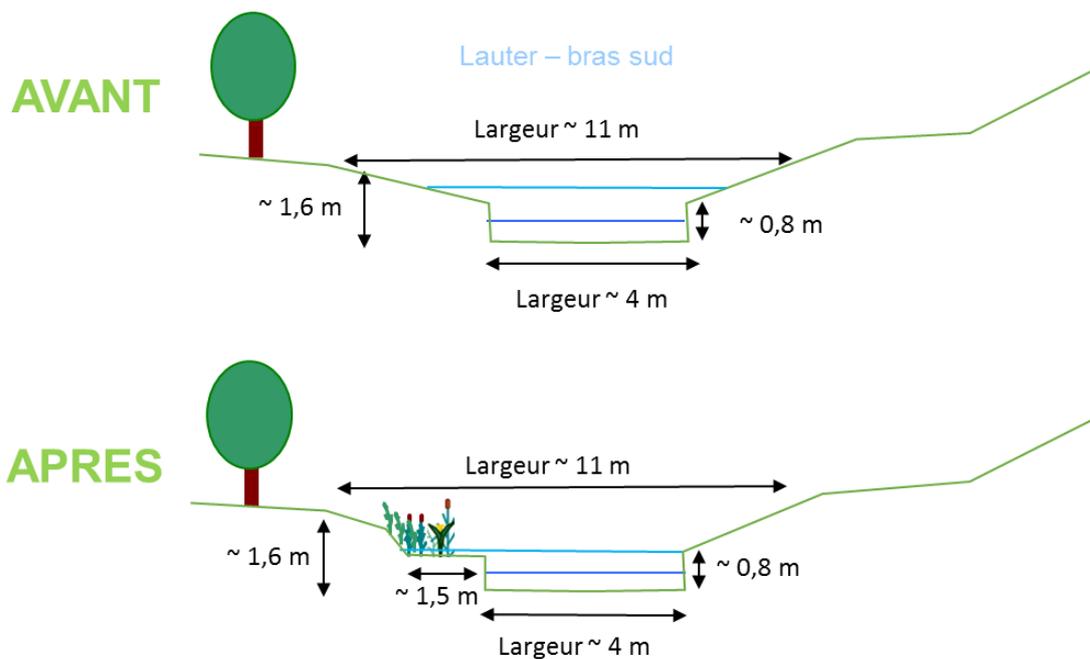


Figure 66 : Schéma de principe de la création d'une annexe hydraulique - exemple en amont du Bras Sud – profil n°33 du géomètre (dimension assez similaire sur le profil n°36 (lieu de la 3^{ème} implantation d'annexe hydraulique))

Il est intéressant d'avoir une idée de la puissance spécifique du cours d'eau et d'utiliser cette puissance pour estimer la taille plus naturelle théorique du cours d'eau.

En amont du fossé des tilleuls, la largeur de la Lauter est d'environ 3,7 m, avec une pente de 0,002 m/m, le cours d'eau possède une puissance spécifique de 27,6 W/m² pour un débit biennal égal à 5,2 m³/s. Cette puissance spécifique est bonne et signifie que le cours d'eau est capable de revenir à son équilibre naturellement et rapidement.



Sur la partie centrale et l'aval du Bras Sud, le débit est quasi identique à l'amont mais la section de la rivière augmente (6,6 puis environ 10 m). Ainsi, la puissance spécifique diminue pour n'atteindre qu'environ 10 W/m² vers la fin du parcours no kill. Cette puissance est trop faible pour que la rivière s'ajuste naturellement.

Sur la partie centrale et l'aval du Bras Sud, le débit d'étiage (QMNA₅) est d'environ 1,2 m³/s. La largeur théorique du chenal d'étiage sur ce secteur est présentée dans le tableau suivant pour différentes puissances spécifiques (et pour une pente moyenne de 0,002 m/m).

Tableau 40 : Largeurs du lit d'étiage de la Lauter (en m) pour différentes puissances spécifiques

ω (W/m ²)	25	30	35
Largeurs du lit d'étiage de la Lauter (en m)	0,94	0,78	0,67

Les actions de création d'annexe hydraulique et de retalutage des berges dégradées (permettant aussi la création d'un profil en travers plus hétérogène avec chenal d'étiage) avec restauration d'une ripisylve fonctionnelle va entraîner le retrait des protections de berge en tunage bois ou en pierre. Nous avons calculé la force tractrice (δ) de la Lauter au niveau du Bras Sud afin d'estimer les besoins en confortement de berge.

$$\delta = \gamma + I^{1/4} + K_s^{-3/2} + V^{3/2}$$

avec :

- γ : le poids volumique de l'eau (9810 N/m³)
- I : la pente (0,002 m/m sur ce secteur)
- K_s : le coefficient de rugosité (20 sur ce secteur)
- V : la vitesse (1 m³/s ici)

D'où : $\delta = 23,6$ N/m².

D'après le guide de protection des berges des cours d'eau en techniques végétales de Lachat (1999), avec cette force tractrice, des herbacés bien adaptés suffissent pour protéger les berges. Il faut aussi bien entendu une pente des berges douces (on préconise à minima 3H/2V). Ainsi, la mise en place de graminées et d'hélophytes sur les berges est suffisante pour les maintenir en place.



7.3.1.3 Aval d'Altenstadt

En aval d'Altenstadt (tronçon 14), le lit mineur de la Lauter a été fortement calibré sur une longueur d'environ 500 m. Ce secteur était autrefois un lieu où la Lauter méandrait et pouvait dissiper son énergie. (cf. Figure 54). Ce tronçon présente aujourd'hui de nombreux dysfonctionnements :

- Absence de processus d'érosion ;
- Homogénéisation des vitesses d'écoulements et des habitats ;
- Accélération du transport solide et ensablement massif sur le tronçon aval (tronçon 15).

Un enjeu pour la renaturation est de rendre à la Lauter son espace de mobilité et de la laisser se réajuster (méandrage) jusqu'à un profil d'équilibre. La création d'une nouvelle sinuosité (cf. Figure 67) en aval d'Altenstadt permettrait :

- de dissiper efficacement l'énergie de la Lauter ;
- de diversifier les écoulements et les habitats (diversité des écoulements et des hauteurs d'eau) ;
- la reprise d'un fonctionnement hydromorphologique naturel (création de zones d'érosions et transport solide rectifié) ;
- d'assurer une meilleure connexion avec le lit majeur.

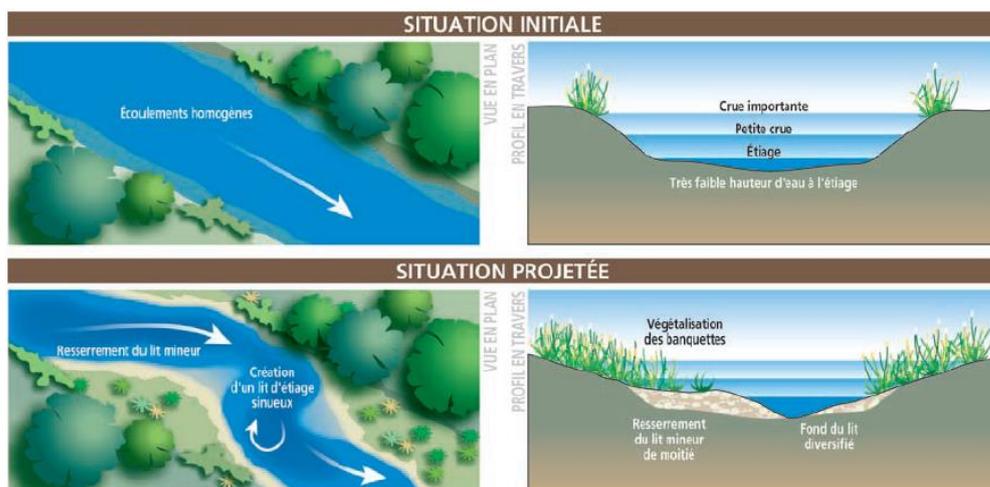


Figure 67 : Principe du reméandrage et ses conséquences sur la géométrie du lit

Le plan de travail serait :

- l'abattage de la ripisylve afin que les engins de chantier arrivent sur site. La ripisylve n'étant pas dans un état optimal sur le tronçon rectifié (1 rangée sur les deux rives), l'impact engendré s'avère acceptable ;
- le rétrécissement de la largeur du lit et la création d'une première sinuosité par apports de remblais ;
- le respect d'une géométrie en travers naturelle pour un tracé sinueux (dissymétrique dans les courbures et symétrique dans les portions rectilignes) afin de diversifier les habitats.



Précision : Le rétrécissement et la section du lit mineur sont liés au débit à pleins bords voulu. En cas général, le lit mineur est capable de supporter un débit de pleins bords correspondant à une crue de période de retour 2 ans (Q_2).

- la plantation d'une nouvelle ripisylve adaptée.

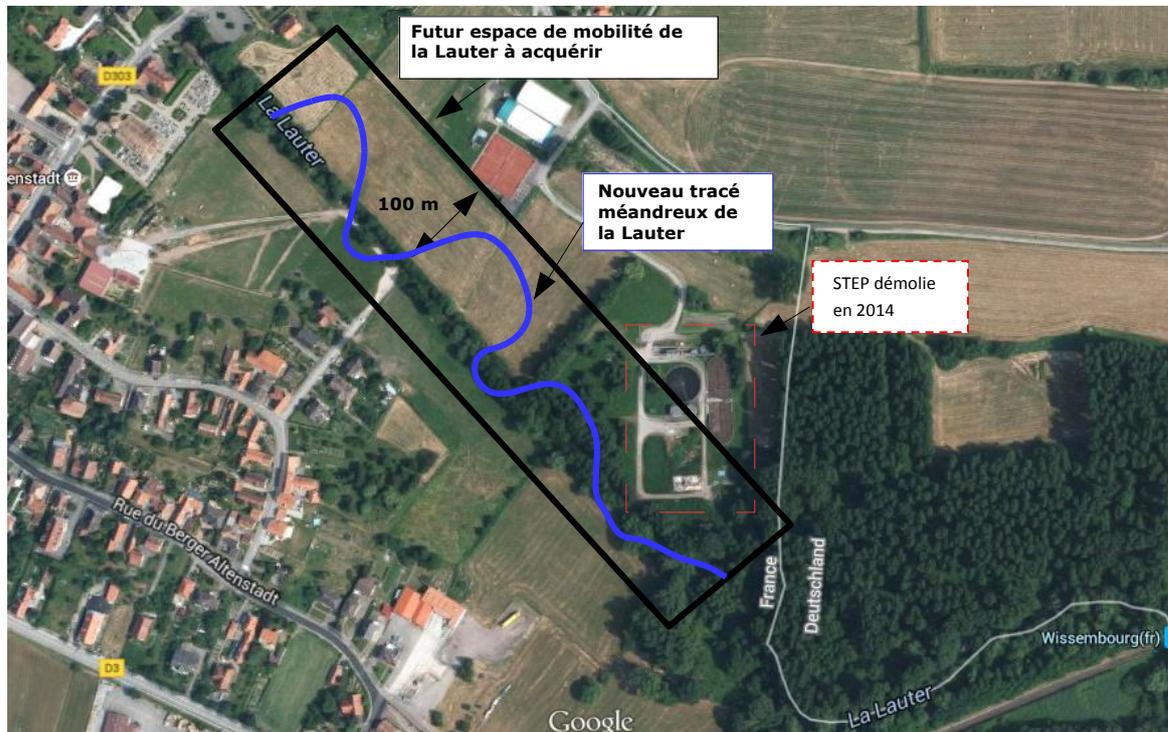


Figure 68 : Projection de la solution de reméandrage de la Lauter

Ce type de solution nécessite beaucoup d'emprise foncière et sur ce secteur toutes les parcelles sont privées. De plus, un réseau d'assainissement est présent en rive gauche, cette action nécessiterait un déplacement de la conduite. Ces contraintes compliquent grandement la réalisation technique, administrative et surtout financière de cette solution.

Une solution intermédiaire serait de retaluter les berges. En effet, le fait de taluter les berges en pente douce améliorera la qualité physique et notamment les transferts entre les différents systèmes (cours d'eau, nappe, lit majeur, ...). Le profil en travers serait totalement recréé avec différents étages et un lit d'étiage plus fin (à section d'écoulement équivalente) et sinueux. Ce profil permettrait une diversification des habitats et des écoulements ainsi que le maintien d'un lit d'étiage pendant les périodes sèches et le maintien de l'écrêtage des crues en période de hautes eaux.

Une ripisylve diversifiée et adaptée devra être reconstituée sur les berges afin de les maintenir, d'améliorer la diversité écologique et de contribuer à l'épuration des eaux (ruissellement et/ou cours d'eau).

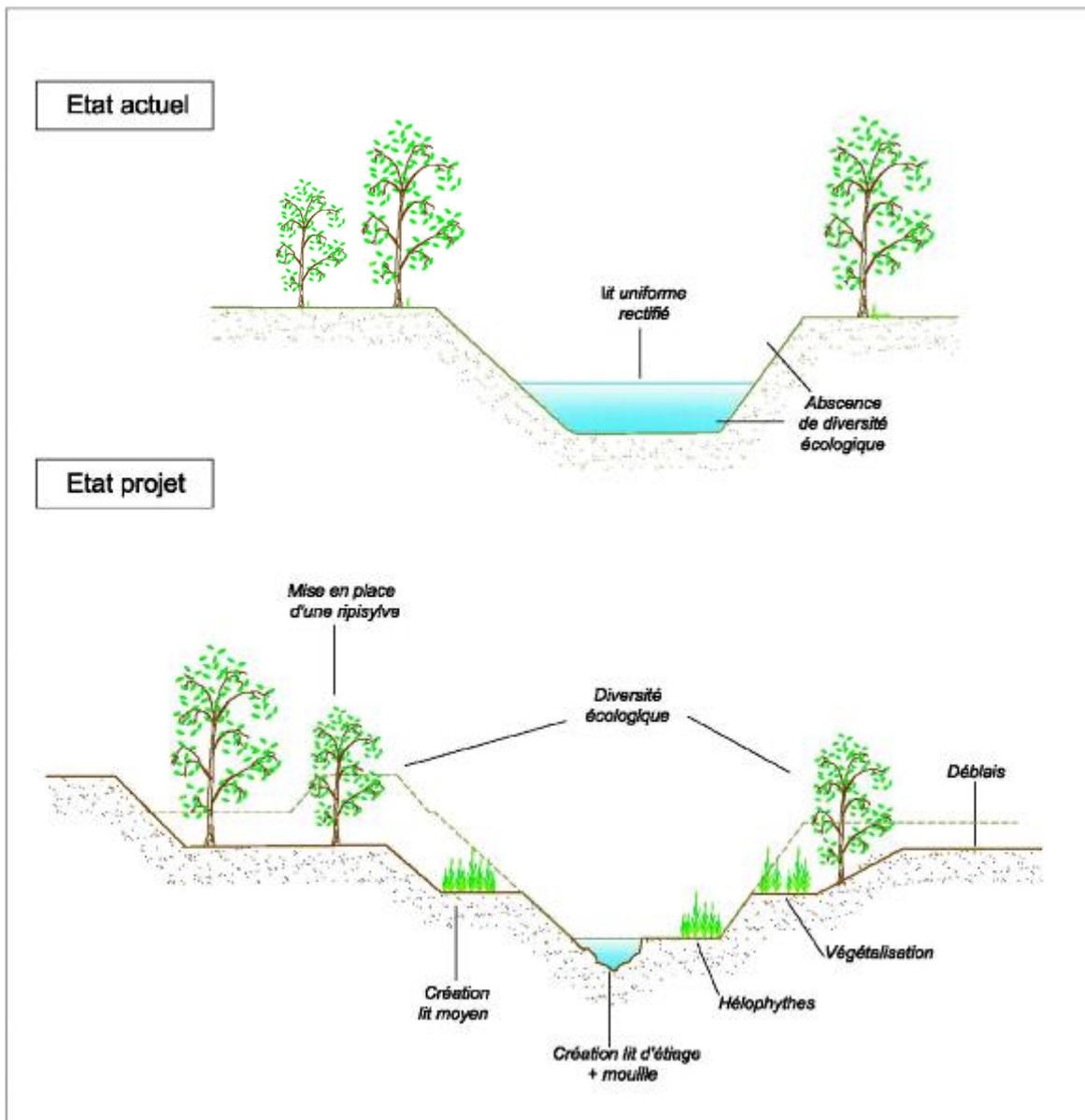


Figure 69 : Schéma type d'un Retalutage / Reprofilage des berges, avec création d'un lit d'étiage



Toutefois, cette solution nécessite également de l'emprise foncière et entraîne la destruction de l'ensemble de la ripisylve en place (avant reconstitution).

En troisième scénario, et compte tenu des contraintes foncières, nous proposons de réduire le chenal de la Lauter et de créer des sinuosités à l'intérieur de son lit mineur. La technique consiste en la création d'un lit méandrique grâce à des banquettes d'hélophytes. Le lit peut aussi être diversifié avec des apports de blocs ou de matériaux grossiers.

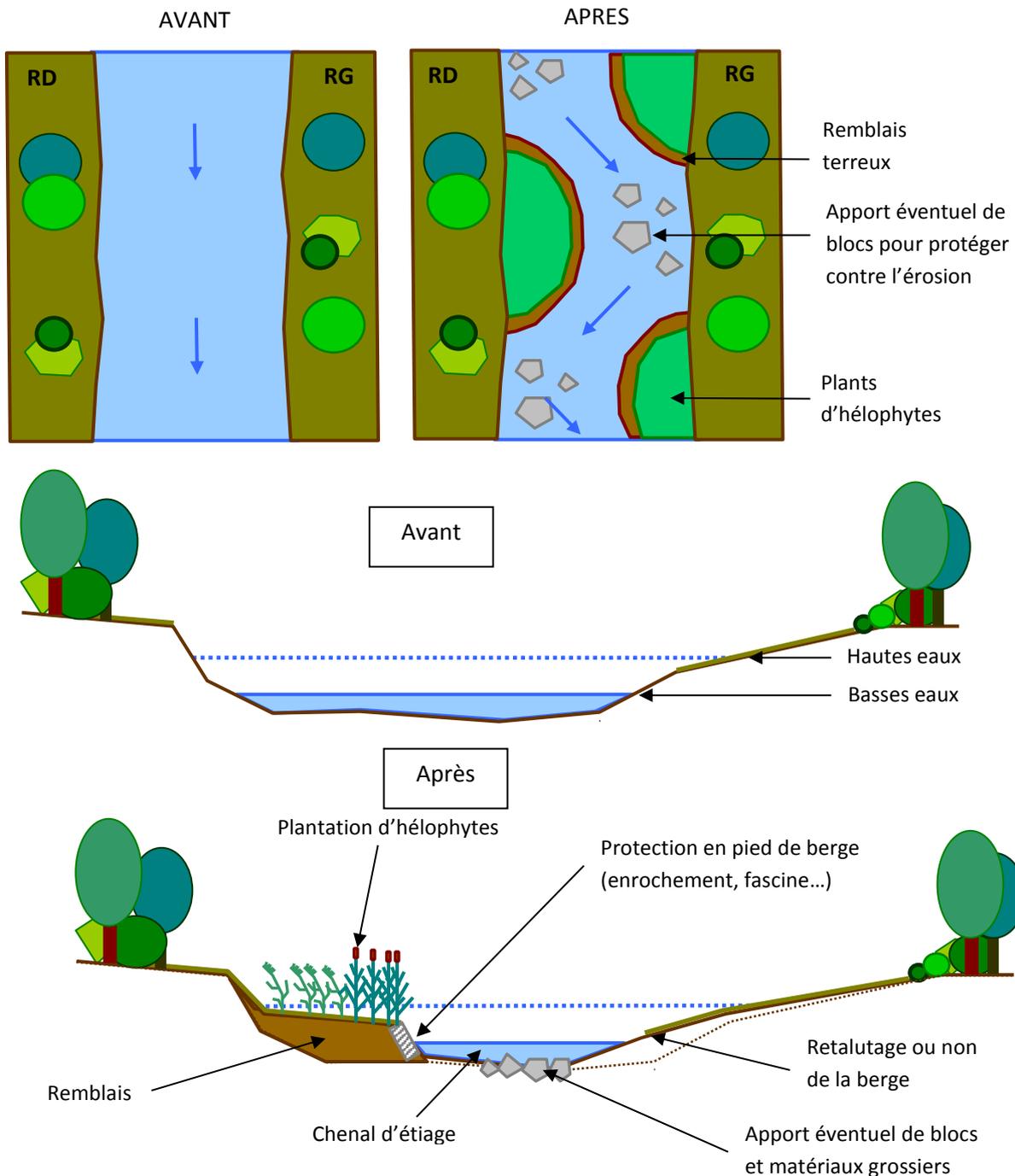


Figure 70 : Schéma type de reméandrage avec des banquettes d'hélophytes



Figure 71 : Exemple de résultats de création de banquette

Du fait de la forte problématique foncière sur le secteur et en accord avec la ville de Wissembourg, nous ne détaillons que la 3^{ème} solution.

Comme pour La Lauter à Weiler, pour estimer la taille du chenal d'étiage à réaliser, nous nous intéressons à la puissance spécifique.

La largeur de la Lauter sur le tronçon linéarisé atteint par endroit 11 m et la largeur plein bord fait entre 11 et 13 m. En forêt alluviale, là où le fonctionnement de la Lauter est jugé naturel, la largeur du lit est globalement comprise entre 6 et 8 m au module, et entre 10 et 11 m en pleins bords. Il apparaît donc que le gabarit de la Lauter est surdimensionné en aval d'Altenstadt.

Le tableau suivant présente les puissances spécifiques de la Lauter pour une pente moyenne de 0,003 m/m sur le secteur d'Altenstadt et différents débits et largeur de lit.

Tableau 41 : Largeurs du lit d'étiage et de pleins bords de la Lauter (en m) pour différents débits et différentes puissances spécifiques

Q (m ³ /s)	ω (W/m ²)		
	25	30	35
1,5 (Q _{MNA5})	1,8	1,5	1,3
7,8 (Q ₂)	9,2	7,7	6,6

Ainsi, pour avoir une bonne dynamique et s'ajuster tout seul, la largeur de plein bord du cours d'eau devrait être comprise entre 6,6 et 9,2 m, et le chenal de lit d'étiage entre 1,3 et 1,8 m. Ces dimensions sont très éloignées des dimensions actuelles de la Lauter sur cette portion mais proches (pour la largeur de pleins bords) des dimensions de la Lauter sur des parties qui semblent naturelles comme l'amont (Weiler) ou en aval du secteur (zone Natura 2000). Ainsi, ces chiffres sont des ordres de grandeurs



à connaître afin de déterminer avec le modèle hydraulique la meilleure configuration possible pour améliorer l'hydromorphologie du lit sans aggraver les inondations.

Les résultats du modèle indiquent qu'il faut mettre en place une ou deux banquette(s) créant un chenal d'étiage schématiquement en trapèze de 1 m de petite base, 6 m de grande base et 1 m de profondeur (cf. Figure 72). Ce chenal permet de contenir tout juste le Q_{MNA5} . Ce rétrécissement du lit mineur n'est pas trop important, il permet de ne pas faire déborder la Lauter pour un débit décennal.

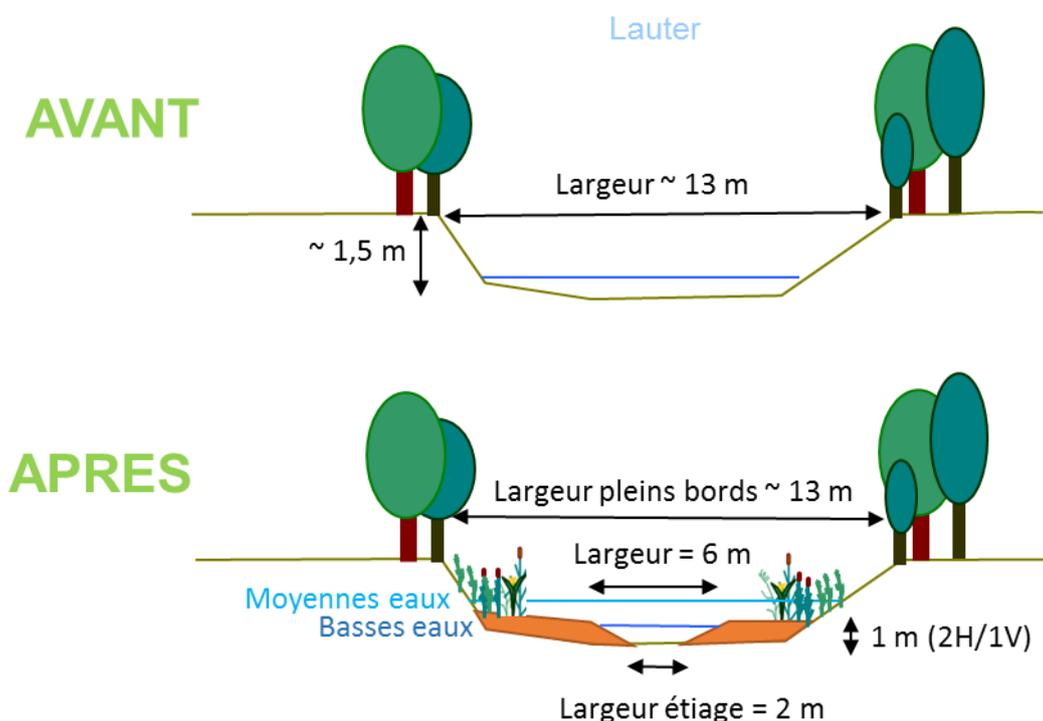


Figure 72 : Schéma des profils en travers des aménagements sur la Lauter en aval d'Altenstadt



7.3.1.4 *Fiches actions*

Des fiches actions ont été créées pour les trois actions présentées ci-dessus. Ces fiches présentent :

- La localisation du secteur concerné par la ou les actions ;
- le diagnostic du secteur et les problématiques observées ;
- l'objectif de restauration visé et les points clés de la faisabilité de ces actions ;
- des illustrations (photos, croquis, ...) de l'état actuel et de l'état aménagé ;
- un chiffrage estimatif des prestations diverses à prévoir (études, travaux, ...) ;
- les gains escomptés et les contraintes éventuelles ;
- Les impacts des aménagements sur le milieu ;
- Les implications juridiques et réglementaires (DUP, Loi sur l'eau, etc.) ;
- Délais estimés des procédures administratives et des travaux ;
- La ou les subvention(s) possible(s) ;
- les points de vigilance éventuels.

Ces fiches complètent donc les chapitres précédents, elles sont annexées à ce document (cf. **Annexe 9**).

7.3.2 AUTRES ACTIONS

Les actions présentées dans les chapitres précédents doivent être accompagnées de mesures de gestion des secteurs encore en bon état et assez préservés afin qu'ils ne se dégradent pas. Ces actions, orientées autour de la gestion de la végétation, sont présentées dans les chapitres suivants.

7.3.2.1 *Gestion de la ripisylve*

Des coupes à blanc de la ripisylve ont été effectuées sur certains secteurs du linéaire. La ripisylve jouant un rôle à la fois sur l'écosystème et la thermie de l'eau, il convient de mener des actions de sensibilisation afin d'éviter des coupes abusives.



Forêt en aval de Weiler



extrême aval du parcours no kill

Figure 73 : illustration de coupes à blanc sur les berges de la Lauter



7.3.2.2 Surveillance des embâcles

Les embâcles peuvent constituer une menace dans plusieurs cas :

- obstruction totale du lit mineur et obstacle à la continuité écologique ;
- en période de crue, en trop grand nombre, ils peuvent être déplacés jusqu'à obstruer un ouvrage (pont ...) et ainsi influencer fortement les débordements (obstacle à l'écoulement et hausse locale du niveau d'eau) ;
- création d'érosions problématiques selon les secteurs ou dégradations d'ouvrages.



Sous le pont de la rue Vauban



Futur embâcle problématique en amont de Weiler

Figure 74 : Exemples d'embâcles problématiques observés sur la Lauter

Sur le terrain, quelques embâcles « futurs » ont été repérés. Ceux-ci correspondent essentiellement à des arbres sur le point de tomber dans le lit mineur et de l'obstruer sur toute sa largeur. Il convient de sonder périodiquement la quantité d'embâcles présents dans la forêt alluviale et de décider, le cas échéant, de l'enlèvement des embâcles jugés problématiques voire dangereux. Un plan de gestion peut être mis en œuvre pour gérer cette problématique.

Il est important de noter que les embâcles lorsqu'ils ne sont pas problématiques présentent également de nombreux intérêts comme leur participation au bon fonctionnement écologique du cours d'eau et leur contribution à la qualité de l'habitat aquatique.



Les atouts et inconvénients des embâcles végétaux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 42 : Atouts et inconvénients potentiels des embâcles végétaux

Atouts des embâcles	Inconvénients des embâcles
<p>Diversifier les habitats du lit mineur (caches, abris) nécessaires à la faune aquatique</p> <p>Apport de matière organique dans le lit (source de nourriture à de nombreuses espèces animales aquatiques)</p> <p>Stabiliser le fond du lit en ralentissant localement les écoulements et donc éviter l'incision de celui-ci (rôle de seuil)</p> <p>Favoriser les débordements locaux dans les zones naturelles et donc protéger des zones plus sensibles situées en aval.</p>	<p>Modification des écoulements et création de perturbations hydrauliques localisées entraînant des érosions de berges</p> <p>Détérioration des ouvrages (accumulation contre les piles de ponts...)</p> <p>Exhaussement de la ligne d'eau augmentant les risques de débordement lors des crues.</p>

Pour aider la commune à gérer les bois morts, SAFEGE propose l'utilisation d'une clé d'aide à la décision basée sur une série de questions conduisant, selon les réponses, à deux issues : la conservation ou le retrait de l'embâcle.

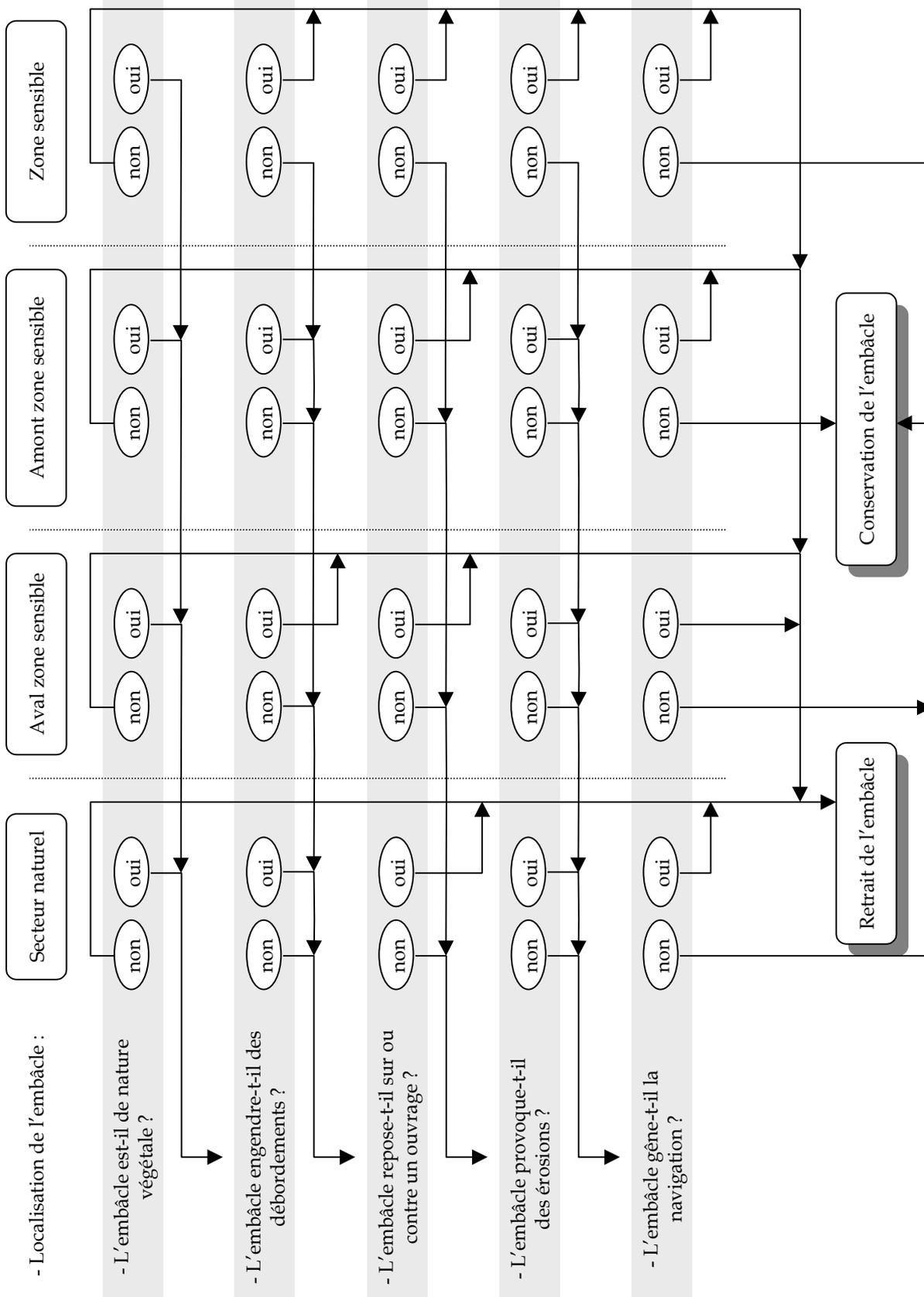


Figure 75 : Clé de décision – Gestion des embâcles



7.3.2.3 Traitement des plantes invasives

La présence de renouées du Japon a des conséquences sur la biomasse (baisse d'effectifs et de diversité des invertébrés) et la ripisylve. Il est donc conseillé de traiter la Renouée du Japon.

La fauche intensive n'est pas conseillée car elle constitue un vecteur important de dispersion notamment avec les crues. La technique d'éradication la plus adaptée consiste à concasser et bâcher les parcelles envahies afin de les rendre opaque à la lumière.



Figure 76 : Renouée du Japon en aval de la zone d'étude



Ce qu'il faut retenir...

La renaturation de la Lauter a pour but de diversifier les habitats en rendant à des secteurs impactés un aspect plus naturel et attractif pour la faune piscicole. La reconnexion du méandre en aval de Weiler et le reméandrage de la Lauter en aval d'Altenstadt seront bénéfiques pour l'atteinte du bon état écologique de la Lauter, mais permettront aussi à la Lauter de dissiper plus facilement son énergie et de limiter l'intensité des crues.



8 CONCLUSION

Les principales conclusions de l'étude sont présentées ci-après.

■ Etude hydrologique et hydraulique

L'étude hydraulique réalisée dans le cadre de la présente mission a permis d'évaluer le fonctionnement hydraulique de la Lauter en situation d'étiage et de crue afin d'identifier les principaux dysfonctionnements du système et d'évaluer la nécessité de maintenir, ou de modifier l'actuel mode de gestion des ouvrages.

Les principaux résultats sont résumés par thématique ci-après :

- Diagnostic hydraulique étiage et crue :
 - ◆ En situation d'étiage jusqu'au module, le fonctionnement toutes vannes fermées est satisfaisant en terme de répartition des débits entre l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude. A titre d'exemple, pour un débit de 1,82 m³/s mesuré lors de la campagne du géomètre, la répartition entre Bras Sud et Bras Nord de la Lauter est de 2/3 et 1/3 respectivement.
 - ◆ En période de crue, l'ouverture simultanée des vannes est nécessaire dès la crue biennale, ceci afin d'éviter des débordements dans le centre-ville et le dépassement des niveaux d'alerte définis par la commune. Dans cette configuration toutes vannes ouvertes, la zone urbaine de Wissembourg est protégée jusqu'à la crue décennale. En revanche, pour une crue de 22 m³/s, assimilable à une crue centennale, une importante zone est inondée sur le Bras Nord, s'étendant de l'ouvrage Pfistermuehle jusqu'à l'ouvrage Brüdermuehle. Le Bras Sud présente des risques d'inondations à partir de la crue biennale. Cela semble logique au vu du mode de gestion de crue utilisé, où le Bras Sud représente le bras de décharge de la Lauter.
 - ◆ Les hauteurs d'eau, calculées avec le modèle hydraulique, ne dépassent pas 60 cm sur le lit majeur pour une crue centennale.
- Proposition d'aménagements : Au vu des retours d'expériences et des résultats de l'analyse hydraulique, la gestion actuelle des vannes semble adaptée.
 - ◆ Nous proposons de garder les principes généraux de gestion des vannes ainsi que les consignes prescrites par la commune. Aucun nouvel aménagement n'est à prévoir, sous condition d'une gestion homogène et adaptée des vannes en période de crue.
 - ◆ Malgré ce bon fonctionnement général, il nous semble, au stade de cette étude, pertinent de proposer la mise en place d'une gestion automatisée des vannes des ouvrages hydrauliques d'alimentation du Bras Sud et du Fossé des Tilleuls ainsi que l'ouvrage Pfistermuehle. Cela afin de maîtriser le fonctionnement hydraulique du système, synchroniser la gestion des ouvrages et réduire le nombre d'intervention de l'équipe de terrain. Une bonne gestion automatisée des vannes, couplée à une prévision tendancielle de la pluviométrie peut permettre d'anticiper l'arrivée des crues sur le secteur urbain et réduire ainsi les risques d'inondation.



■ Diagnostic de la continuité écologique

En premier lieu, il nous semble important de rappeler le contenu du décret de classement du bassin Rhin Meuse, paru le 28 décembre 2012. La Lauter est classée en Liste 2 sur l'ensemble de son linéaire sur le territoire français à l'exception du bras urbain de Wissembourg et du Fossé des tilleuls. La continuité écologique, dont la continuité piscicole, devra donc être rétablie sur le secteur d'étude pour le 27 décembre 2017.

L'analyse réalisée à partir de la méthodologie ICE a permis d'évaluer la franchissabilité des ouvrages hydrauliques présents sur la zone d'étude.

Les résultats ont mis en évidence une série d'obstacles à la montaison des poissons autant sur le Bras Sud et Nord.

Sur le bras Nord, l'ensemble des ouvrages est infranchissable mais aucune action n'est définie en raison d'une efficacité très faible et des coûts d'investissement très significatifs.

En revanche le Bras Sud, classé en liste 2, constitue une priorité pour la continuité écologique de la Lauter. Les aménagements proposés sont :

- Sur le moulin d'Eichmuehle : une rivière de contournement et une passe à bassins permettra la franchissabilité de l'ouvrage par les salmonidés, anguilles et petites espèces.
- Au niveau de la piscine : une passe à bassins technique en rive droite et l'aménagement du seuil de pied assurera la franchissabilité piscicole.
- Sur le moulin du Walkmuehle : l'installation d'un dispositif de franchissement est complexe sur ce site. Néanmoins, une rampe en enrochements peut être envisagée.

Il nous semble également important de rappeler que la mise en place des différents travaux à entreprendre nécessitera de la réalisation des procédures réglementaires (DLE, DIG...).

■ Diagnostic hydromorphologique

Le long du linéaire étudié, la Lauter présente une dynamique variée. En forêt alluviale en amont et en aval de Weiler, le cours d'eau présente un fonctionnement naturel et des habitats de qualité.

Néanmoins, des tronçons sont impactés pour des raisons diverses :

- Les remous hydrauliques créés par des ouvrages impactent fortement la diversité et la qualité des habitats piscicoles (faible vitesse du courant et important colmatage)
- Le Bras Sud présente une certaine diversité d'écoulement, mais les hauteurs d'eau sont trop homogènes. Le manque de caches et d'abris hydrauliques est également à déplorer ;
- En aval d'Altenstadt, le tracé de la Lauter a été rectifié. Le lit mineur est large et la vitesse d'écoulement constante nuit à la diversité des habitats et accentue le colmatage au sable en aval.



ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES DES ESPECES CIBLES

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Espèces	Taille (cm)			Vitesse (m/s)			Hauteur de saut (m)		
	Lp min	Lp moy	Lp max	Vmin	Vmoy	Vmax	Hmin	Hmoy	Hmax
Saumon atlantique	50	75	100	4.50	5.50	6.50	1.00	1.50	2.50
Truite de rivière [50-100]	50	75	100	45.5	5.5	6.5	1	1.5	2.5
Truite de rivière [25-55]	25	40	55	3	4	5	0.5	0.9	1.4
Truite de rivière [15-30]	15	23	30	2.5	3	3.5	0.3	0.5	0.8
Anguille européenne jaune	12	26	40		< 1.5		pas de capacité de saut		

Capacités de vitesse de nage et de saut associées aux tailles des espèces cibles définies par l'ONEMA

Espèces	Période de montaison			
	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Saumon atlantique adulte				
Anguille				
Truite de rivière				

Période de montaison (vers l'amont) des espèces cibles définie par l'ONEMA



ANNEXE 2

RESULTAT DU CALAGE DE MODELISATION HYDRAULIQUE

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Pour plusieurs profils réalisés par le géomètre et les différents ouvrages, le niveau d'eau relevé et le niveau d'eau modélisé sont comparés. Ces résultats sont les résultats finaux après calage, où la plupart des points ont un écart inférieur à 20%.

Branche	ID	LIGNES D'EAU REELLES		MODELE			
		PK	Niveau eau	PK	Niveau eau	Ligne d'eau - Modèle	Ecart
Lauter		1170	165.49	1159	165.49	0.00	0%
Lauter		2880	160.9	2880	160.80	0.10	20%
Lauter		3006	160.73	3006	160.54	0.19	20%
Lauter		3123	160.62	3123	160.50	0.12	10%
Lauter		3696	160.31	3696	160.41	-0.10	-8%
Lauter		3987	159.09	3980	159.08	0.01	2%
Lauter	Voûte entrée de Wissembourg	4048	158.94	4043	159.02	-0.08	-9%
Lauter		4055	158.92	4053	158.99	-0.07	-11%
Lauter		4094	158.91	4100	158.98	-0.07	-9%
Lauter		4241	158.93	4238	158.98	-0.05	-5%
Lauter		4377	158.95	4372	158.97	-0.02	-2%
Lauter	Barrage faubourg de Bitche	4417	158.94	4416	158.97	-0.03	-2%
Lauter		4449	157.27	4454	157.22	0.05	13%
Lauter		4494	157.25	4490	157.21	0.04	6%
Lauter		4703	157.2	4692	157.19	0.01	1%
Lauter		4796	157.19	4794	157.19	0.00	0%
Lauter		4823	157.19	4820	157.18	0.01	1%
Lauter		4843	157.19	4839	157.18	0.01	2%
Lauter		5004	157.17	5000	157.17	0.00	0%
Lauter		5051	157.17	5055	157.16	0.01	1%
Lauter	Barrage Brüdermuehle	5081	157.17	5080	157.16	0.01	1%
Lauter		5396	155.16	5389	155.20	-0.04	-26%
Lauter		5569	154.86	5569	154.70	0.16	35%
Lauter		6024	154.19	6020	154.10	0.09	10%
Lauter		6125	153.52	6120	153.35	0.17	35%
Lauter		6270	153.27	6270	153.09	0.18	33%
Lauter		6364	153.23	6364	153.06	0.17	33%
Lauter		6489	153.19	6489	153.04	0.15	19%
Lauter		6576	153.18	6576	153.03	0.15	16%
Lauter	Eichmuehle	6688	153.14	6684	152.98	0.16	12%
Lauter		6842	151.6	6842	151.72	-0.12	-20%
Lauter		7234	150.16	7233	150.23	-0.07	-14%
Lauter		7426	149.69	7426	149.72	-0.03	-6%
Lauter		7625	149.3	7625	149.31	-0.01	-1%
Lauter		7749	149.13	7749	149.08	0.05	7%
Lauter		8027	148.57	8027	148.58	-0.01	-2%
Lauter		8059	148.52	8053	148.57	-0.05	-5%
Lauter		8095	148.42	8095	148.31	0.11	16%

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Fossé des Tilleuls	Vannes entrée fossé des tilleuls	2	158.95	0	158.97	-0.02	-2%
Fossé des Tilleuls		8	158.11	7	158.09	0.02	3%
Fossé des Tilleuls		177	158.07	177	157.81	0.26	59%
Fossé des Tilleuls		216	157.76	200	157.70	0.06	33%
Fossé des Tilleuls		289	157.7	278	157.62	0.08	29%
Bras Sud	Vanne entrée Bras Sud	2	158.92	0	159.02	-0.10	-14%
Bras Sud		129	158.41	127	158.37	0.04	7%
Bras Sud		320	158.07	320	157.97	0.10	21%
Bras Sud		418	157.85	420	157.64	0.21	33%
Bras Sud		465	157.65	460	157.50	0.15	24%
Bras Sud		852	156.94	840	156.91	0.03	8%
Bras Sud		1321	155.95	1319	155.94	0.01	3%
Bras Sud		1511	155.52	1523	155.35	0.17	15%
Bras Sud		2222	153.45	2222	153.43	0.02	3%
Bras Sud		2410	153.19	2410	153.04	0.15	17%



ANNEXE 3

PROFIL EN LONG SUR LA LAUTER

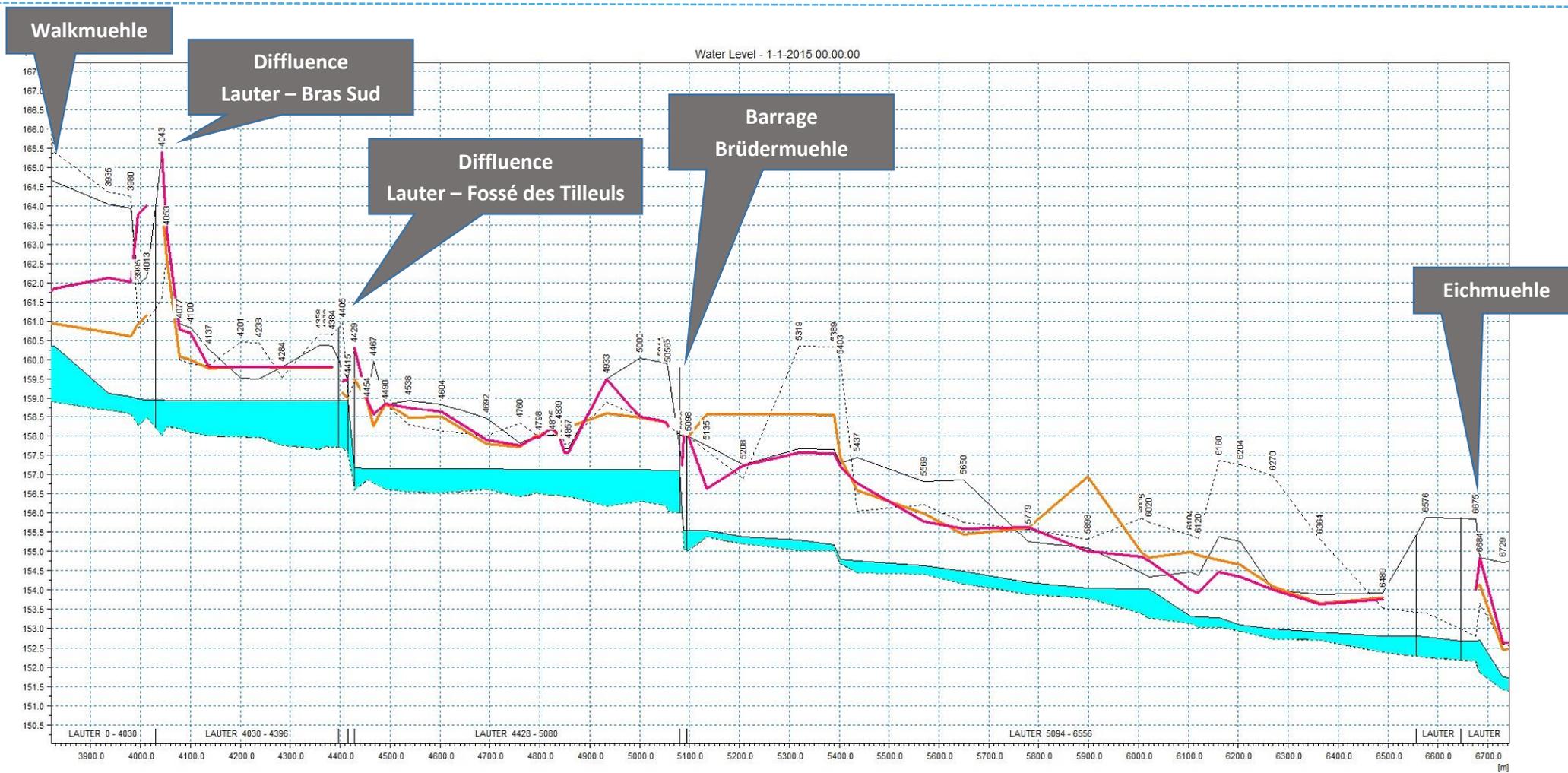


Figure 77 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes fermées avec QMNA5 en entrée

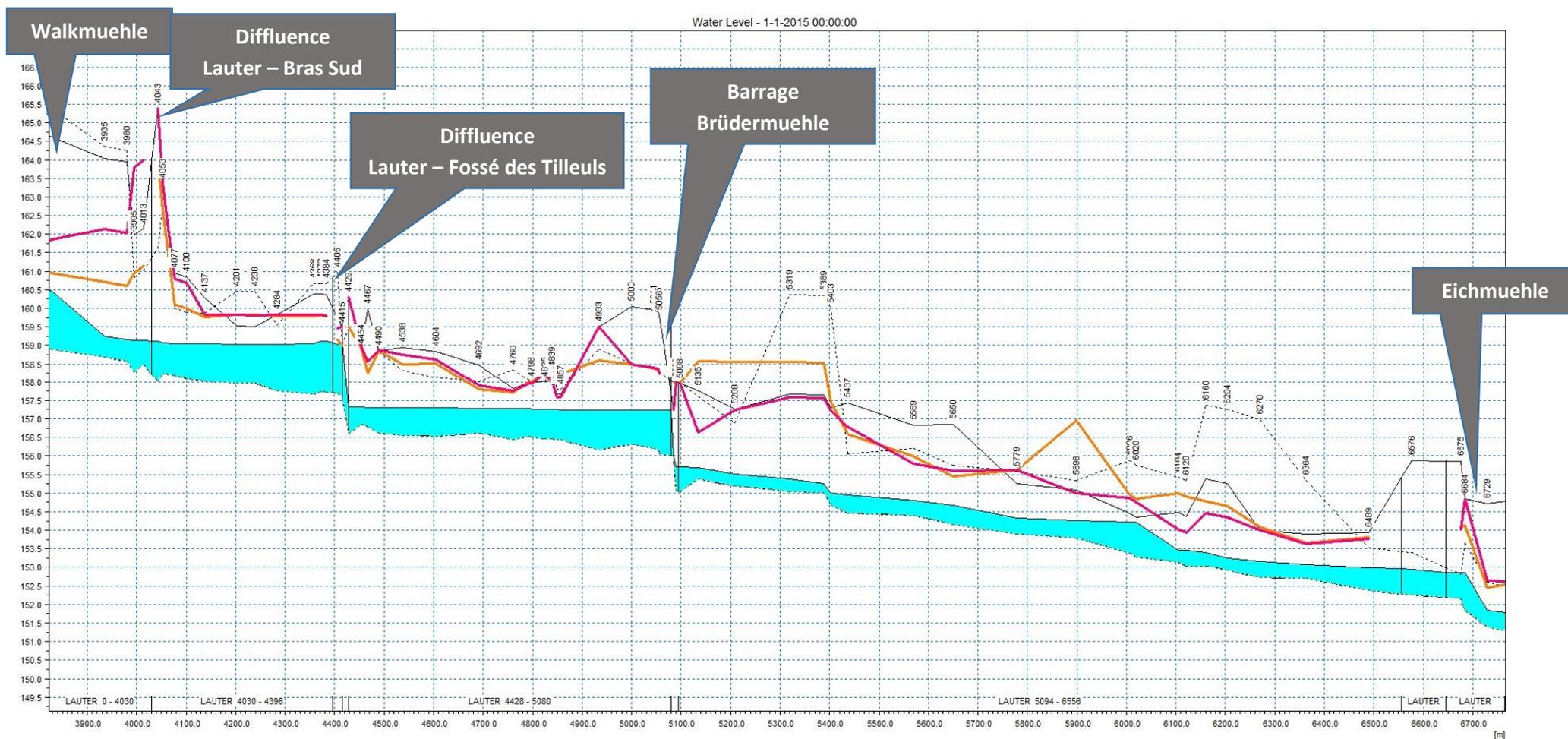


Figure 78 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes fermées avec QModule en entrée

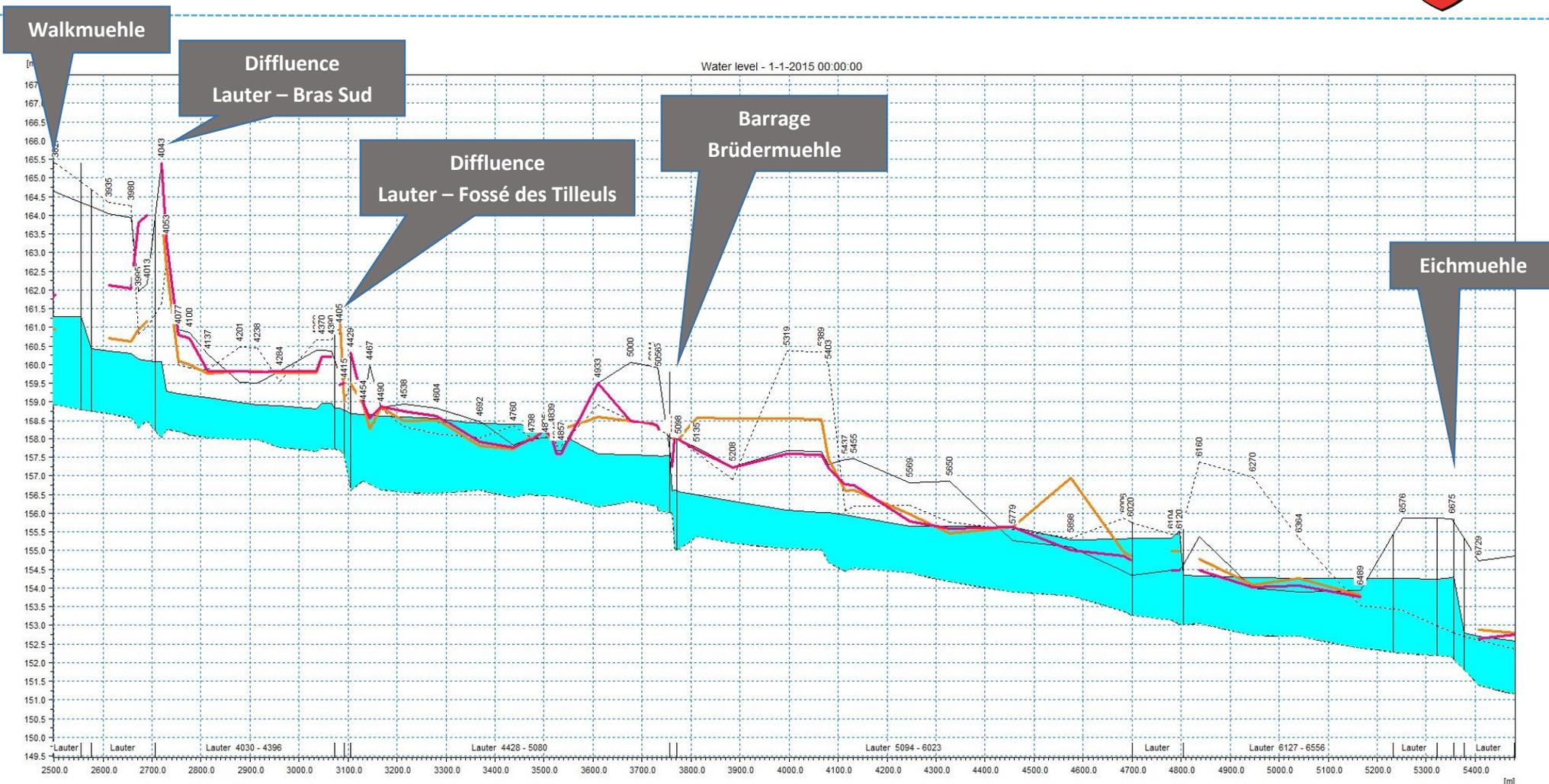
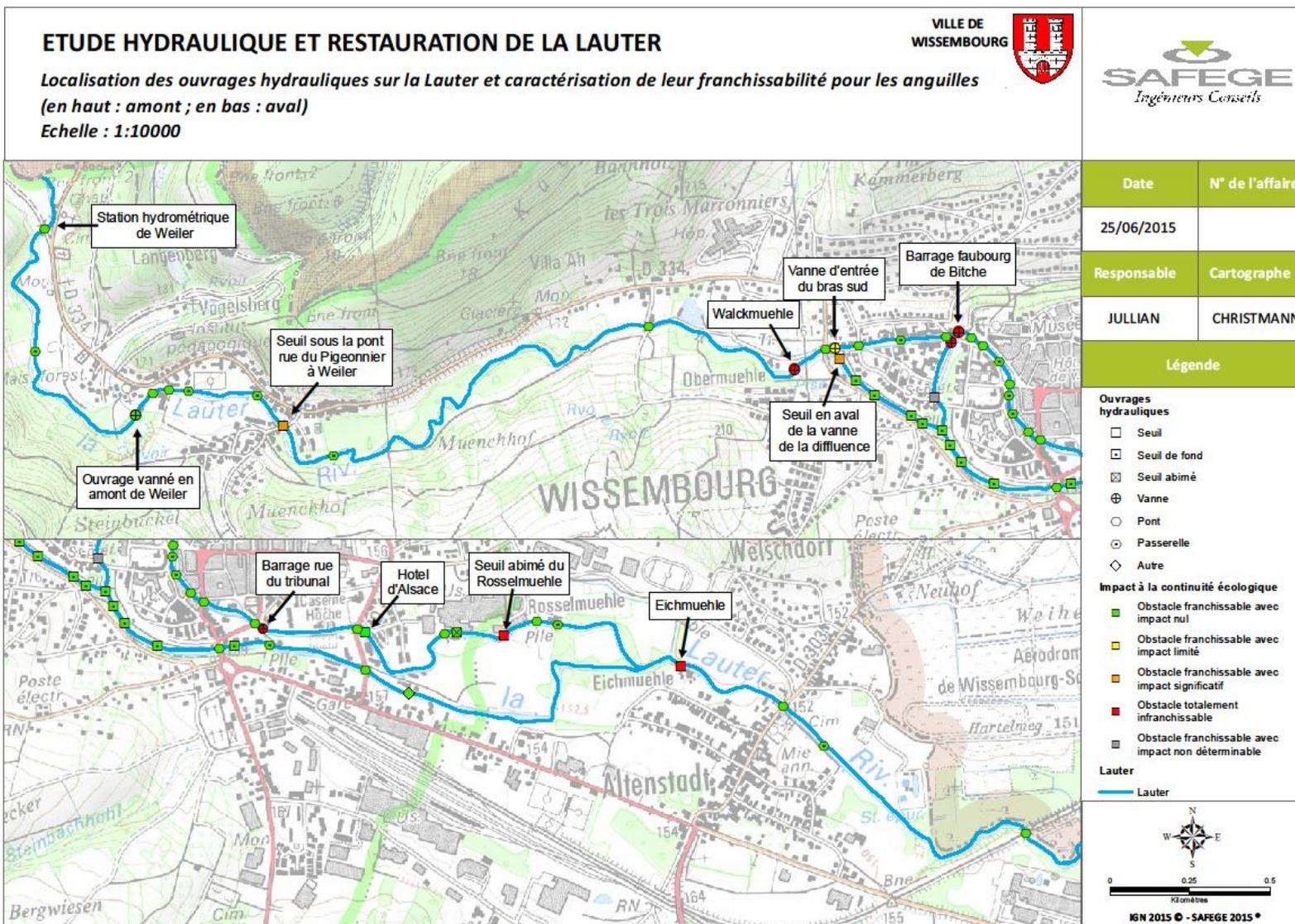


Figure 80 : Ligne d'eau sur la Lauter en situation toutes vannes ouvertes avec Q100 en entrée



ANNEXE 4

CARTOGRAPHIE SUR LA CONTINUITE ECOLOGIQUE

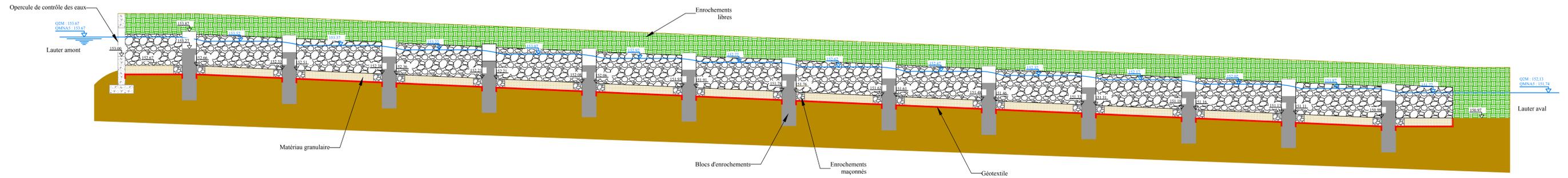




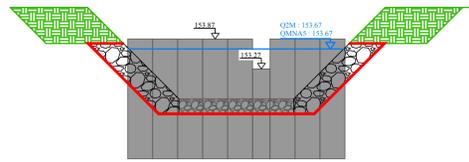
ANNEXE 5

PLANS DES PROPOSITIONS D'OUVRAGES DE FRANCHISSABILITE PISCICOLES

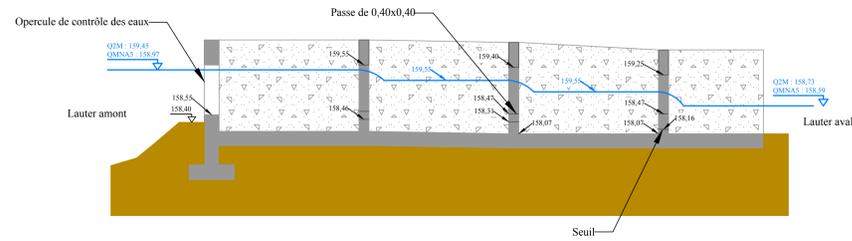
Profil en long de la passe à poissons à Eichmuehe
Echelle : 1/50



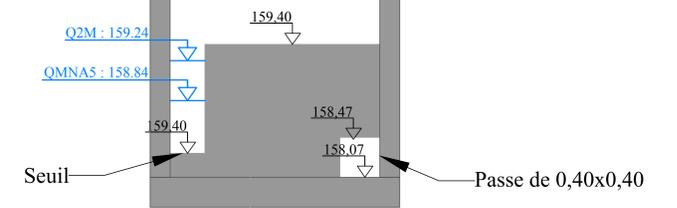
Profil en travers de la passe à poissons à Eichmuehe
Echelle : 1/50



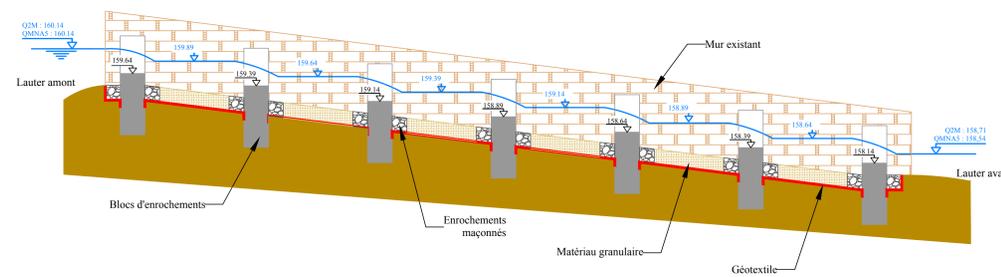
Profil en long de la passe à poissons de l'ouvrage de la piscine
Echelle : 1/50



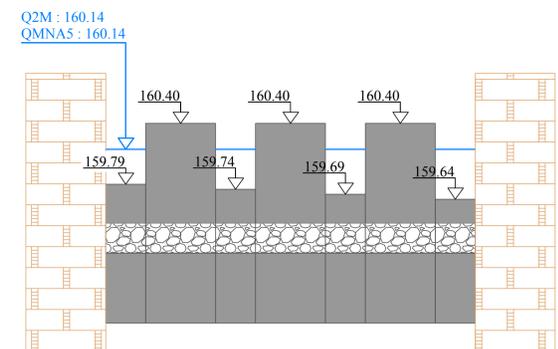
Profil en travers de la passe à poissons de l'ouvrage de la piscine
Echelle : 1/25



Profil en long de la passe à poissons à Walkmuehle
Echelle : 1/50



Profil en travers de la passe à poissons de la Walckmuehle
Echelle : 1/25



BAS-RHIN (67)
WISSEMBOURG

Etude hydraulique et définition de mesures
de restauration de la continuité écologique de la Lauter

ESQ



A	21/03/2016	M.P.	Creation ESQ	J.E.	
Mod.	Date	Nom	Modification	Vérifié	
ESQ	AVP	PRO	DCE	VISA	DOE

Fond de Plan dressé par :

Plan type des différentes Passe à Poissons

NUMERO DE PLAN:	0.1	 <p>AGENCE DE STRASBOURG 15, rue de Copenhague 67 300 SCHILTIGHEIM Tél. 03 88 20 07 91 Fax. 03 88 33 92 58</p>
NUMERO D'ETUDE:	14EST017	
DATE:	21/03/2016	
CHEF DE PROJET:	J.E.	



ANNEXE 6

LISTE DES PARAMETRES OBSERVES SUR LE TERRAIN

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter

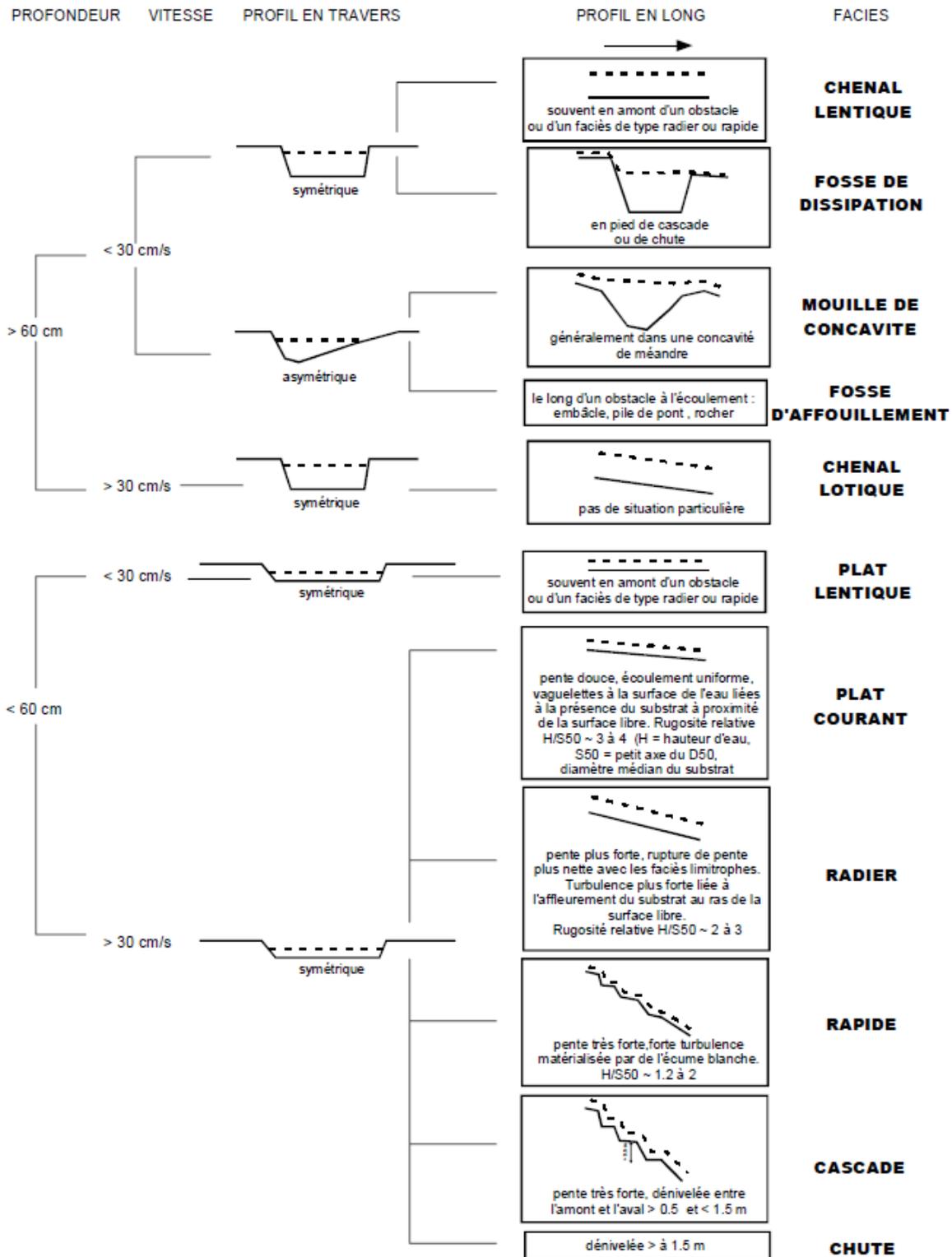


Lit mineur	Faciès d'écoulement
	Type de substrat (Blocs / Gravier / ...)
	Type de colmatage (Sable / Vase / ...)
	Étendue du colmatage (< 10% / 10-40% / 40-70% / > 70%)
	Présence de végétation aquatique
	Type d'embâcles (Arbres / Branches / ...)
	Pourcentage du lit mineur obstrué par les embâcles (< 10% / 10-30% / 30-50% / > 50%)
Berges	Etat des berges (Mauvais / Moyen / Bon)
	Hauteur des berges (< 0.5 m / 0.5-1.5 m / > 1.5 m)
	Pente des berges (< 20° / 20-45° / 45-90° / > 90°)
	Nature des berges (Naturelles / Mur maçonné / Mur de pierre / ...)
	Éléments notables (Abreuvoir / Gravas / ...)
Ripisylve	Largeur de la strate arborée, arbustive et herbacée (absente / 1 rangée / 2 rangées / > 2 rangées)
	Essences présentes (Aulnes / Frênes / Erables / Peupliers / Résineux / Autres ...)
	Présence de plantes invasives
Hydromorphologie	Localisation des zones d'érosion/dépôt
	Localisation des annexes hydrauliques
	Localisation des confluences/diffluences
	Localisation de bras anciens ou secondaires
Ouvrages hydrauliques	Localisation des ouvrages
	Type d'ouvrage (Vanne / Déversoir / Pont / ...)
	Estimation des vitesses d'écoulement
Rejets	Localisation des rejets
	Type de rejet (Assainissement / Eau pluviale / ...)

Liste des éléments répertoriés sur le terrain

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Typologie des faciès d'écoulement définie selon Malavoi et Souchon (2002)



ANNEXE 7

CARTOGRAPHIE SUR LA QUALITE PHYSIQUE DE LA LAUTER



ETUDE HYDRAULIQUE ET RESTAURATION DE LA LAUTER

Cartographie des caractéristiques des berges

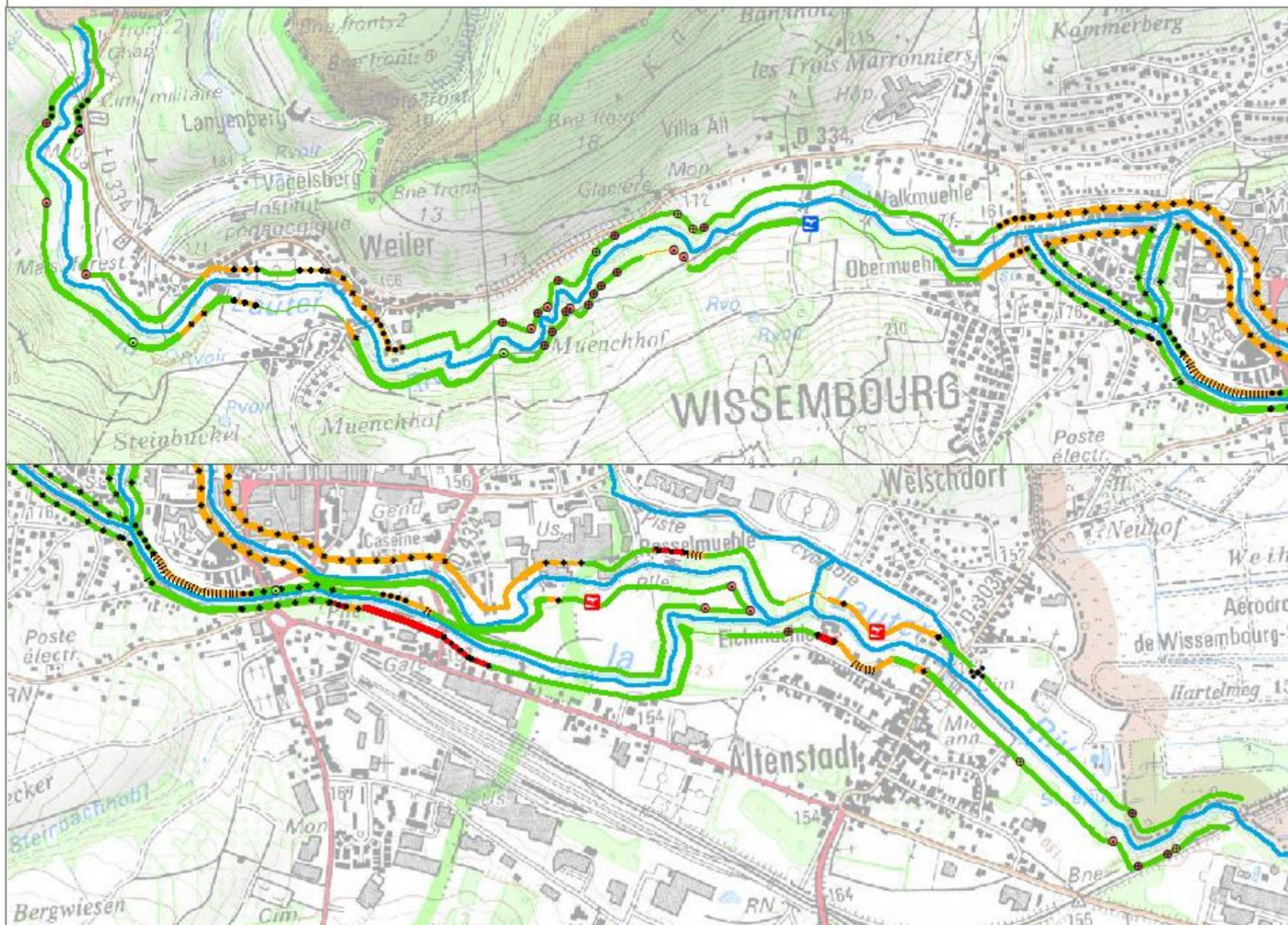
(en haut : amont ; en bas: aval)

Echelle : 1:10000

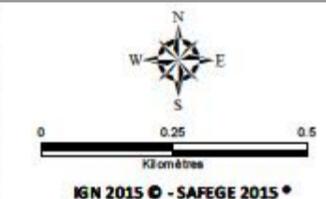
VILLE DE
WISSEMBOURG



SAFEGE
Ingénieurs Conseils



Date	N° de l'affaire
03/07/2015	
Responsable	Cartographe
JULLIAN	CHRISTMANN
Légende	
Etat des berges	Erosion
— Bon	● Active
— Moyen	● Variable
— Mauvais	● Stabilisée
Nature des berges	Atterrissement
— Naturelle	● Actif
●●●● Enrochement	● Stabilisé
◆◆◆◆ Mur de maçonnerie	— Lauter
◆◆◆◆ Mur de pierre	— Lauter
Protection en bois	
××× Tunage en tôle	
Hauteur des berges (m)	
— > 1.5	
— 0.5-1.5	
— < 0.5	
Éléments de berges	
☑ Abreuvoir	
☑ Abreuvoir sauvage	
✕ Gravas	





ETUDE HYDRAULIQUE ET RESTAURATION DE LA LAUTER

Cartographie des caractéristiques de la ripisylve

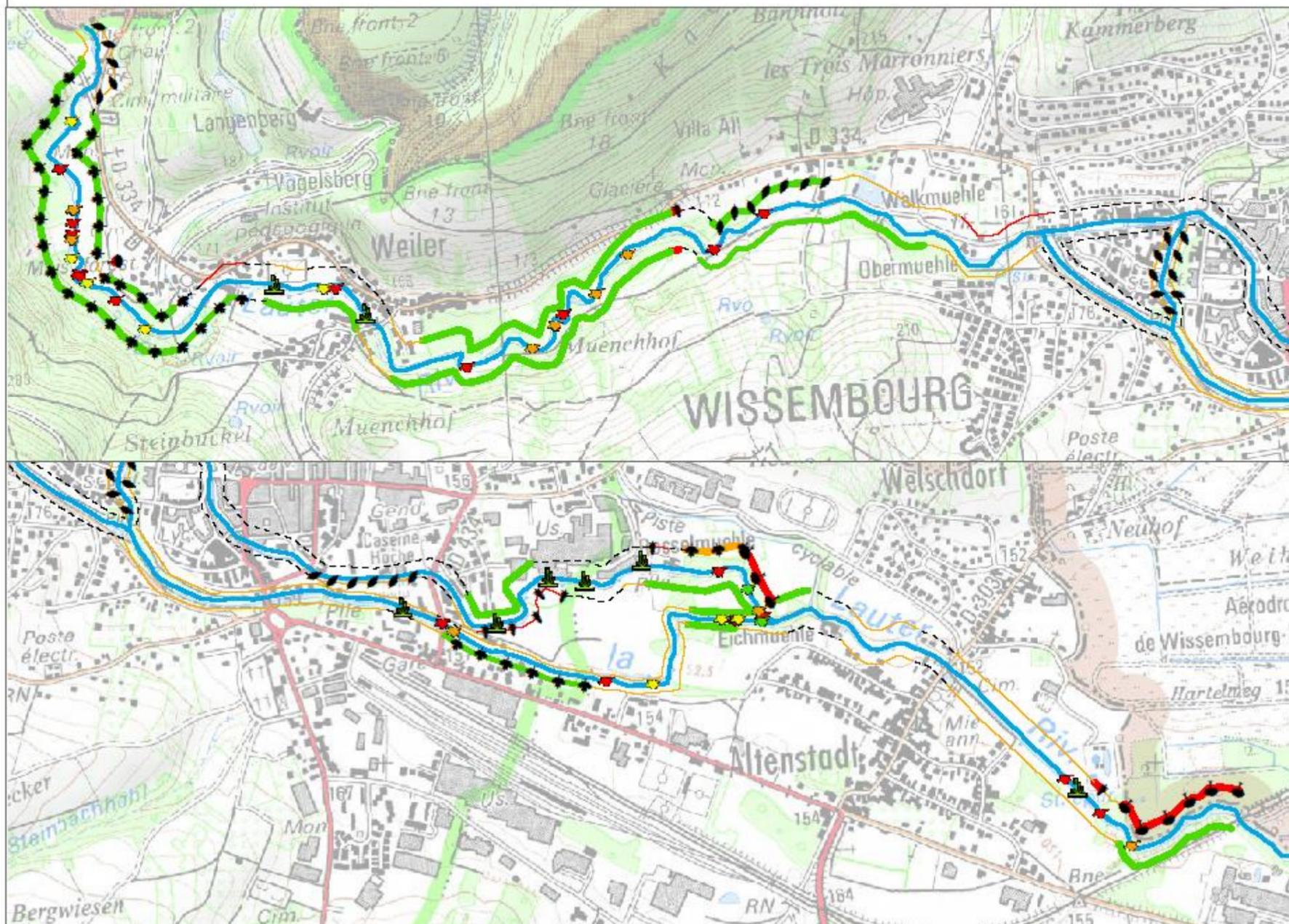
(en haut : amont ; en bas: aval)

Echelle : 1:10000

VILLE DE
WISSEMBOURG

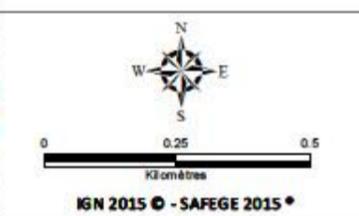


SAFEGE
Ingénieurs Conseils



Date	N° de l'affaire
25/06/2015	
Responsable	Cartographe
JULLIAN	CHRISTMANN

Légende	
Etat Ripisylve	
■	Bon
■	Moyen
■	Mauvais
Largeur de la ripisylve	
	> 2 rangées
	2 rangées
	1 rangée
	Absente
Essences de la ripisylve	
	Aulnes
	Erables
	Resineux
	Peupliers de culture
	Autre essence
Plantes invasives	
	Renouée du Japon
Obstruction du lit mineur (embâcles)	
▲	Dangereuse > 50%
▲	Importante 30-50%
▲	Moyenne 10-30%
▲	Petite < 10%
—	Lauter





ETUDE HYDRAULIQUE ET RESTAURATION DE LA LAUTER

Cartographie des faciès d'écoulement

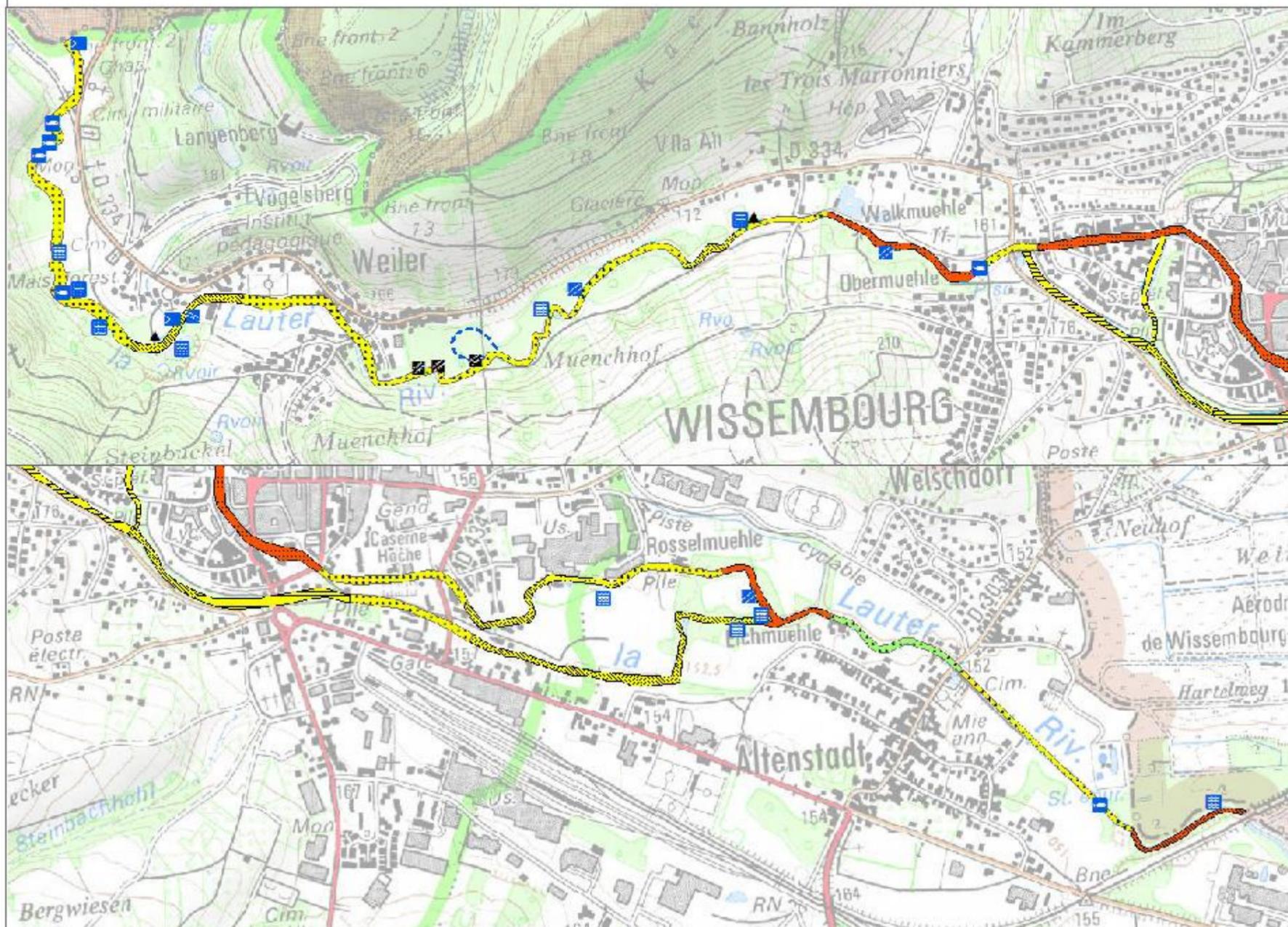
(en haut : amont ; en bas: aval)

Echelle : 1:10000

VILLE DE
WISSEMBOURG

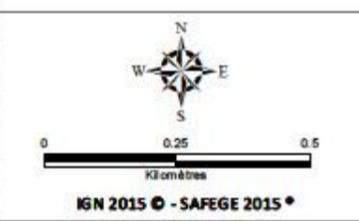


SAFEGE
Ingénieurs Conseils



Date	N° de l'affaire
25/06/2015	
Responsable	Cartographe
JULLIAN	CHRISTMANN

Légende	
Faciès d'écoulement	
	Alternance plat/profond courant
	Chenal lotique
	Plat courant
	Chenal lentique
	Plat lentique
Colmatage	
	Sable 10-40%
	Sable 40-70%
	Sable > 70%
Hydromorphologie	
	Annexe hydraulique
	Vieux bras
	Confluence
	Bras secondaire
	Digue
	Fossé de drainage
Frayeres	
	Frayere
Ancien méandre	
	Ancien méandre





ANNEXE 8

DESCRIPTION DETAILLÉE DES TRONÇONS

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



■ Tronçon 1 :

Dans la forêt alluviale en amont de Weiler, la Lauter se trouve dans un environnement naturel et présente un bon fonctionnement hydromorphologique. La ripisylve et les berges sont en bon état, et les vitesses d'écoulement sont suffisantes pour créer de la sinuosité et éroder les berges. La connexion avec le lit majeur semble également efficace. Sur l'ensemble du tronçon, le lit mineur alterne entre des zones profondes de mouilles et des zones moins profondes de radiers où les vitesses d'écoulement plus importantes permettent de mettre à jour des frayères (décolmatage efficace du fond). La largeur du lit varie de 8 à 10 m à l'amont et de 6 à 8 m à l'aval.



Erosion/dépôt



Légère sinuosité

Note : La Lauter prenant sa source dans les montagnes gréseuses du Palatinat allemand, le fort colmatage au sable du cours d'eau est naturel. Les berges naturelles majoritairement composées de sables (et également de limons) participent également à la recharge en matériaux de la Lauter via les processus d'érosion. Les sédiments serviront de support de ponte pour de nombreuses espèces.

Des troncs d'arbres ont été volontairement placés parallèlement aux berges déjà fortement érodées, ceci afin de les stabiliser. Ces aménagements ont pour conséquence d'accélérer localement les vitesses et de déplacer les érosions vers l'aval.

De nombreux embâcles naturels sont visibles sur l'ensemble du tronçon. Certains très imposants occupent toute la largeur du lit mineur, par accumulation de troncs d'arbres et de branches, pouvant devenir des obstacles à la continuité piscicole, mais surtout pouvant accentuer les risques d'inondation en aval (secteur de Weiler). En cas de forte crue, les embâcles peuvent être transportés vers l'aval et obstruer un ouvrage (pont ...) ce qui aurait un impact conséquent sur les inondations (obstacle à l'écoulement et hausse locale du niveau d'eau).

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Embâcles massifs



Embâcle de protection des berges

La partie Nord du tronçon, en amont du pont où se trouve la station hydrométrique jusqu'à la frontière franco-allemande diffère du reste du tronçon par des berges basses et une ripisylve peu présente. Du fait du faible linéaire concerné, il a été décidé d'intégrer cette partie au tronçon 1.

■ Tronçon 2 :

Sur ce tronçon, la Lauter traverse le secteur urbanisé de Weiler et voit son fonctionnement hydromorphologique perturbé. La rive gauche est fortement impactée, les berges sont aménagées (enrochement, mur de maçonnerie) et la ripisylve est peu présente pour faire place aux habitations. La rive droite dispose de plus de ripisylve et les berges sont aménagées sur un linéaire plus petit, mais on note cependant la présence d'un banc de renouées du Japon (plantes invasives).

Note : Les berges aménagées ont plusieurs conséquences. Elles sont néfastes à la biodiversité et augmentent les vitesses d'écoulement en période de crue.

Sur ce tronçon, la Lauter peut difficilement dissiper son énergie, l'écoulement est accéléré et les risques d'inondations en aval sont accentués.



Traversée de Weiler



Traversée de Weiler



■ Tronçon 3 :

La Lauter traverse la forêt alluviale entre Weiler et Wissembourg avec un fonctionnement hydromorphologique idéal. Les berges redeviennent naturelles et la ripisylve est dense et complète sur les deux rives. Comme sur le tronçon 1, le lit mineur alterne entre des zones de mouilles et de radiers, et le colmatage reste important. Le tracé de la Lauter est sinueux avec de nombreuses zones d'érosion (berges sableuses) et de dépôts, attestant du bon fonctionnement et de l'équilibre de la Lauter sur ce tronçon.



Photo représentative du tronçon 3

Note : Le principe d'équilibre dynamique (Lane, 1955) stipule que les variations au cours du temps du débit liquide et de la charge solide (variable de contrôle) vont entraîner un ajustement automatique du cours d'eau via des variables de réponse (pente et largeur du lit par exemple). Ainsi, un cours d'eau va connaître une oscillation permanente entre érosion et dépôts induisant un ajustement continu de la morphologie du cours d'eau autour de conditions moyennes.

Vers le centre du tronçon, un secteur a été massivement déboisé, dégradant localement sa qualité et pouvant avoir des répercussions sur la Lauter (risque de réchauffement de l'eau et développement de végétation aquatique).



Note : La ripisylve présente de nombreux intérêts en plus de prévenir le réchauffement de l'eau. Elle est un lieu de vie pour de nombreux organismes vivants, elle assure la « production » d'embâcles recherchés par certains poissons (abris, lieux de ponte...), elle maintient le sol et participe à l'élimination des pollutions et des pesticides.

Zone déboisée au cœur du tronçon

Un ancien méandre, visible sur la carte d'état-major (1820-1866), a été observé, mais la nature de sa déconnexion avec le lit mineur n'a pas été identifiée (naturelle ou forcée ?).



Limite amont du méandre déconnecté



■ Tronçon 4 :

Ce tronçon est influencé par l'ouvrage du Walkmuehle en aval qui produit un remous hydraulique d'environ 400 m de long. La vitesse d'écoulement est très faible (faciès de type chenal lentique) et le transport sédimentaire est stoppé par l'ouvrage, induisant un fort colmatage au sable (> 70%) sur l'ensemble du tronçon.



Note : L'arrêt ou la baisse d'efficacité du transport solide a deux conséquences. Premièrement, un sur-ensablement à l'amont (homogénéité du substrat) et deuxièmement, un manque en sédiment à l'aval nécessaire pour stabiliser le fond du lit et éviter le phénomène d'érosion régressive.

Remous hydraulique dû à la Walkmuehle

La rive gauche est fortement impactée, la ripisylve n'y étant que d'une rangée dispersée et les berges occupées par un sentier de promenade. Sur cette rive se trouve également la prise d'eau qui assure l'alimentation en eau de l'étang de l'AAPPMA. La rive droite est mieux préservée. La forêt alluviale qui s'y trouve est facilement mise en eau grâce au remous hydraulique qui assure un niveau d'eau constant et élevé.

Le fonctionnement hydrodynamique de la Lauter sur ce tronçon n'est donc ni naturel, ni bon. Les habitats piscicoles sont trop homogènes (faible vitesse et fort colmatage), la dynamique est inexistante (pas de zone d'érosion/dépôt) et le transport sédimentaire est limité vers l'aval. Cependant, la mise en eau rapide de l'annexe hydraulique est un atout majeur de ce tronçon. Des solutions permettant le retour d'un état naturel devront être prises (aménagements à faire sur la Walkmuehle), tout en maintenant la possibilité d'inonder la forêt alluviale.

■ Tronçon 5 :

Il s'agit d'un tronçon intermédiaire situé entre la Walkmuehle (en amont) et l'entrée du Bras Nord dans Wissembourg (en aval). Les écoulements sont plus dynamiques et le colmatage moins important que sur le tronçon précédent. Une frayère a été observée en aval direct de la Walkmuehle.

Malgré cela, l'état de la Lauter sur ce tronçon est dégradé. Les berges en enrochement ou en mur maçonné, ainsi que la ripisylve dispersée donnent à ce tronçon un aspect non naturel. De nombreux rejets divers (eau de pluie, assainissement) sont également présents.



■ Tronçon 6 :

Le Bras Sud de la Lauter longe les remparts à l'extérieur du centre-ville de Wissembourg. Sur ce tronçon se trouve le parcours de pêche no-kill. L'association de pêche locale et la commune ont mis en place des seuils de fond le long du tronçon afin de dynamiser et de diversifier les écoulements. Ainsi on retrouve des zones rapides profondes (chenal lotique) et peu profondes (plat courant), ainsi que des zones moins rapides (alternance plat/profond). Les hauteurs de chute et les vitesses d'écoulement induites par les seuils de fond sont franchissables pour les espèces cibles.

Ce tronçon présente des états distincts d'amont en aval.



Amont du tronçon 6

● De la limite amont jusqu'à la confluence avec le fossé des Tilleuls :

Les berges sont en mur maçonné (0.5 m de haut) et la ripisylve est inexistante. Le lit mineur fait environ 4 m de large et sa section est rectangulaire. L'écoulement n'est pas très rapide, et les habitats sont homogènes (hauteur d'eau et vitesse constantes). Un sentier existe en rive droite, alors que la rive gauche est conservée sur 6 m entre le lit mineur et les remparts. Très peu de zones refuges existent pour la faune piscicole.

● De la confluence jusqu'au pont de la rue du Général Leclerc :

En rive gauche, les berges sont dégradées et les techniques de stabilisation peu efficaces (enrochements et protections en pieux bois). En rive droite, les berges sont plus stables et moins aménagées. Sur les deux rives la ripisylve est constituée principalement d'aulnes sur une rangée (plus dispersée en rive gauche). Les écoulements sont rapides et le lit mineur s'approfondit par endroit (écoulement chenal lotique) et est plus large (5 à 7 m). Dans l'ensemble les habitats restent très homogènes. Un sentier pédestre existe sur les deux rives. Aucune zone refuge n'existe pour la faune piscicole.



● Du pont rue du Général Leclerc jusqu'à la passerelle près du terrain de pétanque :

Les berges sont en mur maçonné (> 1.5 m de haut) et la ripisylve peu présente (1 rangée sur les deux rives). Le lit mineur est toujours large (6 à 7 m) mais moins profond (plat courant).

Mur maçonné en berges au niveau du pont du Général Leclerc

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



● De la passerelle jusqu'à la limite aval :

Le tronçon est très dégradé. Les berges sont en mauvais état, la ripisylve a été coupée à blanc en rive droite, et est dispersée en rive gauche. Un banc de renouée du Japon a été observé en rive droite sur une vingtaine de mètres de long et de jeunes pousses ont été observées en rive gauche. Le lit mineur fait environ 7 m de large.

Aval du tronçon 6

La diversité hydromorphologique du Bras Sud n'est pas idéale. La section rectangulaire du lit offre peu de diversité d'habitats et de vitesses.

■ **Tronçon 7 :**

Ce tronçon représente la traversée de Wissembourg par le Bras Nord de la Lauter. La qualité du tronçon y est fortement dégradée. L'écoulement est influencé par deux ouvrages vannés (sur le faubourg de Bitche et la rue du tribunal) qui génèrent de longs remous hydrauliques (300 et 650 m environ). Les vitesses sont donc très lentes (chenal lentique) et le fond du lit fortement colmaté (> 70%). Les berges sont sur l'ensemble du tronçon en mur maçonné (environ 1.5 m de haut) et la ripisylve absente. En centre-ville de la végétation aquatique s'est développée du fait des faibles vitesses d'écoulement et du réchauffement de l'eau. De nombreux ponts et passerelles coupent la Lauter, certains pouvant avoir des impacts importants lors des crues.



Faubourg de Bitche



Quai Anselmann (aval du barrage du faubourg de Bitche)

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



■ Tronçon 8 :

Ce tronçon correspond au fossé des Tilleuls. L'alimentation en eau du tronçon est gérée par deux vannes situées sur le faubourg de Bitche.



● De l'amont jusqu'à l'ancien lavoir Bruch :

Les berges naturelles sont hautes et en bon état, et la ripisylve est constituée d'une rangée de tilleuls sur les deux rives. La vitesse d'écoulement est faible et le lit mineur peu profond (30 à 50 cm). Le faciès d'écoulement est de type plat lentique.

Amont du fossé des tilleuls



● De l'ancien lavoir jusqu'au pont de la rue du fossé des Tilleuls :

Présence d'un seuil de pente incliné (< 150 %) qui induit une chute d'environ 20 cm. Ce seuil est responsable du léger remous hydraulique observé en amont et sa franchissabilité est laborieuse pour les espèces cibles (coursier long avec un faible tirant d'eau). La chute a pour effet de dynamiser l'écoulement qui passe en plat courant. Les berges sont en mur maçonné.

Centre du fossé des tilleuls



● Du pont de la rue du fossé des Tilleuls jusqu'à la confluence avec le Bras Sud :

Les berges redeviennent naturelles et sont moins hautes. La ripisylve n'est présente que sur la rive droite. Peu avant la confluence, deux arches limitent le passage de l'eau en période de crue. En amont des arches, la berge en rive gauche a été restaurée.

Aval du fossé des tilleuls

Le fonctionnement hydromorphologique du tronçon est influencé par le niveau d'ouverture des vannes en amont. Faire transiter un débit plus important dans le fossé pourrait décolmater le fond du lit et faire apparaître des frayères. L'attractivité et la franchissabilité du tronçon ne sont pas optimales.



■ Tronçon 9 :

Ce tronçon présente un bon fonctionnement de la Lauter. Le faciès d'écoulement est homogène sur l'intégralité du tronçon (chenal lotique). En amont, la rive droite a des berges hautes, vraisemblablement aménagées pour protéger les zones habitées, et une ripisylve sur deux rangées. On retrouve des aulnes, des frênes et des robiniers. En rive gauche, la ripisylve est plus dispersée, et les berges moins hautes permettent d'inonder les champs pour des crues de faible période de retour. En aval, le lit mineur est rétréci soit par l'apport de remblais (au niveau du coude supérieur) soit par l'accumulation de bois et de débris qui peuvent obstruer le lit mineur sur sa totalité et ainsi accentuer localement les crues. A la limite aval du tronçon, le Bras Sud de la Lauter assure la connexion avec les annexes hydrauliques présentes sur les deux rives.

■ Tronçon 10 :

Ce tronçon marque la transition entre la traversée des secteurs urbain (tronçon 7) et industriel (tronçon 11). Il n'est plus sous l'influence d'ouvrages vannés et l'écoulement se dynamise (chenal lotique), mais son état et son fonctionnement restent dégradés. Deux zones distinctes sont observables.

- En aval du barrage Brüdermuehle jusqu'à l'hôtel d'Alsace :

La rive gauche est toujours impactée par la traversée du centre-ville de Wissembourg. Les berges sont hautes et en mur maçonné, et la ripisylve est absente. La rive droite est naturelle et la ripisylve présente sur 1 à 2 rangées.

- En aval de l'hôtel d'Alsace jusqu'à la limite aval :

A la sortie de Wissembourg, le Bras Nord de la Lauter traverse un secteur à l'aspect plus naturel. Les berges redeviennent naturelles sur les deux rives, mais sont dans un état moyen. En rive gauche la ripisylve est large, mais on note la présence d'un banc de Renouées du Japon. La fin du tronçon est dégradée par la proximité du secteur industriel en rive gauche, et par la présence de résineux en rive droite.

■ Tronçon 11 :

Ce tronçon est marqué par de nombreuses dégradations.

- De la limite amont jusqu'au seuil détruit du Rosselmuehle :

Le seuil crée un léger remous hydraulique où l'écoulement est de type chenal lentique. En rive gauche (secteur industriel) les berges sont artificielles et hautes (mur de maçonnerie) et la ripisylve est absente. En rive droite, les berges sont naturelles et plus basses et permettent d'inonder les champs à proximité. On note quelques arbres dispersés, mais qui ne forment pas une ripisylve complète, ainsi que de la renouée du Japon. Un abreuvoir sauvage a également été observé en rive droite.

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



● En aval du seuil détruit jusqu'à la limite aval :

L'écoulement se diversifie (alternance plat/profond). Au niveau de la maison Schellhorn, les berges en rive gauche sont déstabilisées (résineux en bordure), et les protections en tôle ou en tunage bois sont en mauvais état. La rive droite est en meilleur état.

■ **Tronçon 12 :**

Ce tronçon est sous l'influence de l'Eichmuehle, un ancien moulin qui permet de gérer les crues via une vanne, mais qui est totalement infranchissable pour les espèces cibles. En amont de l'ouvrage, la vitesse d'écoulement est très faible (chenal lentique) et le colmatage très important (> 70%) du fait de l'accumulation des sédiments en amont de l'ouvrage (arrêt du transport solide). La diversité des habitats est de ce fait limitée sur toute l'étendue du remous hydraulique. La confluence des deux bras de la Lauter se fait sur ce tronçon. Sur le Bras Nord, la ripisylve est constituée de peupliers de culture en rive droite qui sont destinés à être abattus car se trouvant à moins de trois mètres de la cote de la berge. La cote d'eau élevée permet d'inonder facilement les annexes hydrauliques présentes à proximité. Comme pour le tronçon 4, il s'agit d'un tronçon qui n'a pas un fonctionnement optimal, mais qui présente tout de même des



Remous hydraulique dû à l'Eichmuehle

intérêts écologiques.

■ **Tronçon 13 :**



Traversée d'Altenstadt

Ce tronçon traverse Altenstadt. Le lit mineur est large (7 à 8 m), et le colmatage est moins important que sur les autres tronçons. A proximité des habitations les berges ont été aménagées (murs de maçonnerie ou de pierre, tunage en bois), mais celles-ci restent dans un état correct et participent à diversifier le milieu. La ripisylve est peu dense, avec une rangée en rive droite et en rive gauche. Un abreuvoir sauvage a été observé en rive gauche.



■ Tronçon 14 :

Sur ce tronçon, le lit mineur de la Lauter a été fortement calibré. L'étendue des transformations est visible en comparant le tracé actuel avec celui de la carte d'état-major (1820-1866). La Lauter présentait un tracé beaucoup plus méandreux qui a été rectifié pour gagner des terres agricoles. Actuellement, le lit mineur alterne entre des zones de radiers et de mouilles avec une vitesse d'écoulement homogène sur tout le linéaire. La dynamique de la Lauter sur ce tronçon (lit mineur trop large et vitesse trop homogène) ne lui permet pas d'éroder ses berges et de reprendre un fonctionnement naturel. Une zone à frayère a été observée en aval du tronçon. La ripisylve se limite à 1 rangée sur les deux rives, et en aval du tronçon se trouve un « bosquet » de résineux en rive gauche et un banc de renouée du Japon en rive droite. Le fonctionnement hydromorphologique de ce tronçon a été rectifié dégradant sa qualité.



■ Tronçon 15 :

Tronçon naturel qui marque la fin du linéaire étudié. La ripisylve est large sur les deux berges, et elle est composée d'aulnes en rive droite et de peupliers de culture en rive gauche. Les berges sont dans un bon état et offrent de nombreuses caches sous berges, mais leur hauteur semble trop importante pour inonder l'annexe hydraulique en rive gauche lors de crues de faible période de retour. Un fort colmatage au sable a été observé du fait que le tronçon précédent (14) linéarisé transporte trop de sable. Malgré quelques désordres, ce tronçon est dans un bon état général et représente bien l'état naturel de la Lauter en aval du linéaire étudié (site Natura 2000). Il serait intéressant de rétrécir la largeur du lit mineur afin de rehausser la ligne d'eau. Cette opération a pour ambition de donner à la Lauter la capacité à inonder son lit majeur à partir d'une crue biennale. Néanmoins, cette opération nécessiterait de détruire la ripisylve pour permettre l'apport de remblais nécessaire au rétrécissement du lit.





ANNEXE 9

FICHES ACTION RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Tronçon 3		
		
CONTEXTE		
Commune	Wissembourg - Weiler	
Localisation	aval de Weiler, dans la forêt	
Cours d'eau	Lauter	
Linéaire du secteur (m)	50 ml de Lauter, 200 ml de bras mort	
Cause principale d'altération	scindement de méandre	
Objectif(s) poursuivi(s)	Reconnexion d'un ancien méandre	
DIAGNOSTIC ET PROBLÉMATIQUE		
<p>La Lauter traverse la forêt alluviale entre Weiler et Wissembourg avec un fonctionnement hydromorphologique idéal. Les berges redeviennent naturelles et la ripisylve est dense et complète sur les deux rives. Le lit mineur alterne entre des zones de mouilles et de radiers, et le colmatage reste important. Le tracé de la Lauter est sinueux avec de nombreuses zones d'érosion (berges sableuses) et de dépôts, attestant du bon fonctionnement et de l'équilibre de la Lauter sur ce tronçon.</p> <p>Toutefois, un ancien méandre est visible en forêt alluviale sur ce secteur. La présence de nombreux chenaux de drainage autour de la zone fait penser que sa déconnexion est liée à des actions anthropiques.</p>		
ILLUSTRATIONS - ÉTAT ACTUEL		
		
		1/3

Figure 81 : Fiche action : Tronçon 3, page 1/3



OBJECTIF VISÉ - FAISABILITÉ

L'objectif est de faire transiter complètement la Lauter via l'ancien méandre. Ainsi, au niveau de la connexion entre le lit mineur et le méandre, une berge est à construire sur toute la largeur du lit afin d'orienter l'écoulement dans le méandre. Des travaux de terrassement seront nécessaires pour creuser le lit du méandre. Les matériaux meubles excavés peuvent être utilisés pour la confection de la berge qui peut également être renforcée par des enrochements.

La reconnexion du méandre avec le lit mineur de la Lauter permettra de ralentir les écoulements, et donc de diversifier les habitats et limiter l'impact des crues à l'aval.

Le modèle hydraulique a permis d'estimer la bonne dimension à donner au chenal du méandre afin qu'il conserve le débit d'étiage (QMNA5) en son lit et que le débit biennal déborde sur une petite risberme. Ces dimensions sont présentées sur le schéma ci-après.

CROQUIS ÉTAT AMÉNAGÉ

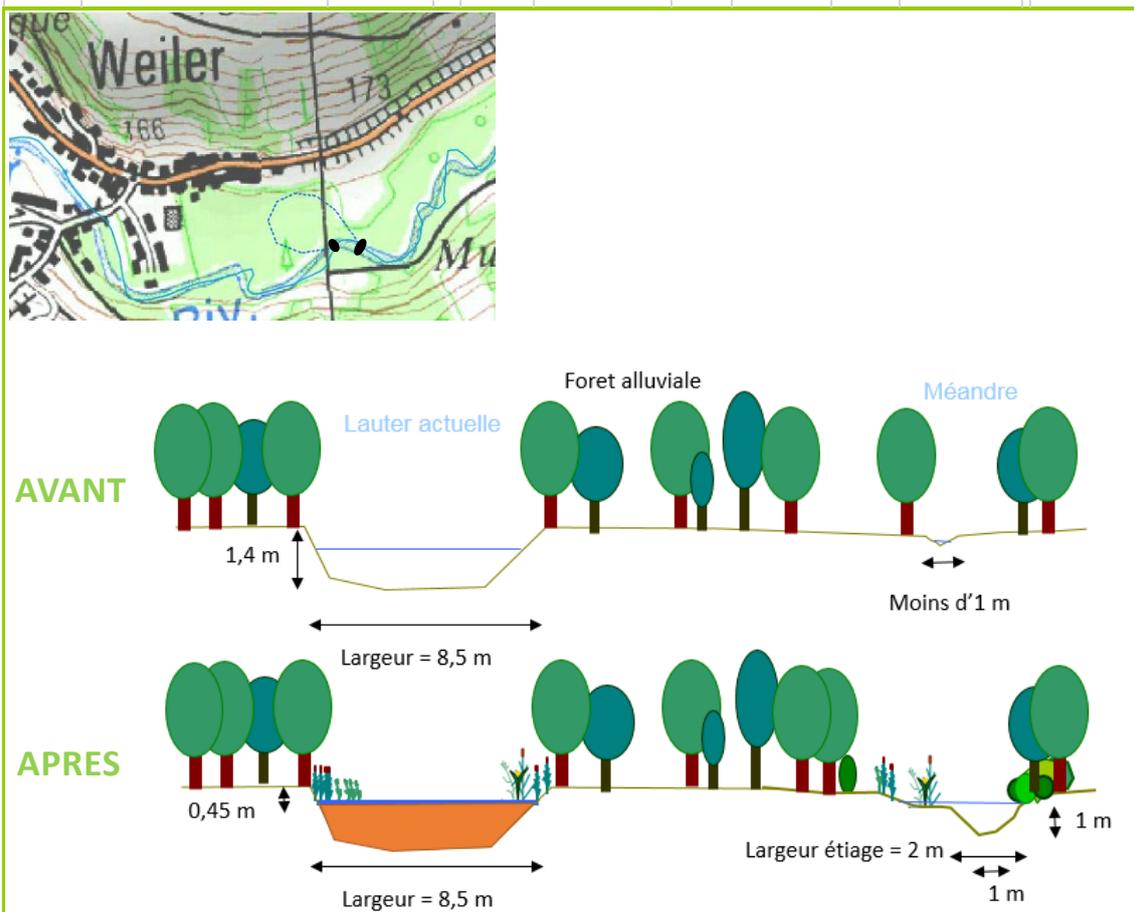


Figure 82 : Fiche action : Tronçon 3, page 2/3

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



Tronçon 6		
CONTEXTE		
Commune	Wissembourg	
Localisation	parcours no kill : de la vanne d'entrée du bras sud au pont de la rue Vauban	
Cours d'eau	Lauter - bras sud	
Linéaire du secteur (m)	1 320	
Cause principale d'altération	écoulement et habitats trop homogènes	
Objectif(s) poursuivi(s)	diversification des habitats et des écoulements	
DIAGNOSTIC ET PROBLÉMATIQUE		
<p>Ce tronçon a des écoulement trop homogènes du fait de sa géométrie assez constante. De plus, les berges sont le plus souvent protégées, mais ces aménagements sont pour la plupart détériorés. La ripisylve est peu présente en amont et peu dense sur le reste du tronçon.</p> <p>Tout ce tronçon est un parcours de pêche no kill. Mais il est aussi utilisé par la commune de Wissembourg pour évacuer les crues (afin de limiter les crues au niveau du bras nord). Ces apports d'eau importants en cas de hautes eaux entraînent des chasses pouvant détruire des frayères.</p> <p>L'association de pêche locale et la commune ont mis en place des seuils de fond le long du tronçon afin de dynamiser et de diversifier les écoulements.</p>		
ILLUSTRATIONS - ÉTAT ACTUEL		

Figure 84 : Fiche action : Tronçon 6, page 1/3



OBJECTIF VISÉ - FAISABILITÉ

L'enjeu principal est de multiplier les habitats, et de créer des zones de caches et d'abris dans lesquelles les poissons pourront se réfugier si le courant devient trop fort.

Il est important aussi de conserver voire augmenter la capacité hydraulique actuelle du cours d'eau du fait de l'utilisation de ce bras pour réduire les risques inondation du bras nord.

Plusieurs aménagements sont possibles :

- En rive gauche, la plantation de fascines d'hélophytes permettrait de protéger les berges en mauvais état et de remplacer les protections en pieux bois présentes mais dégradées ;
- La plantation d'une ripisylve adaptée (les racines servant de caches) ;
- La disposition de blocs de pierre le long du parcours ;
- La mise en place d'abris piscicoles en bois ;
- La création d'annexes hydrauliques permettant de créer des zones de repos en cas de montée des eaux, et permettant aussi d'augmenter la capacité hydraulique du bras sud en cas de crue.

Ces aménagements assez ponctuels peuvent être complétés ou remplacés par des aménagements plus ambitieux tels que le retalutage des berges dégradées (permettant aussi la création d'un profil en travers plus hétérogène avec chenal d'étiage) et la restauration d'une ripisylve fonctionnelle afin de redonner au cours d'eau une diversité naturelle d'habitats et d'écoulement.

Ces aménagements sont conçus dans le respect des conditions hydrauliques afin d'améliorer par endroit la capacité hydraulique du cours d'eau.

CROQUIS ÉTAT AMÉNAGÉ

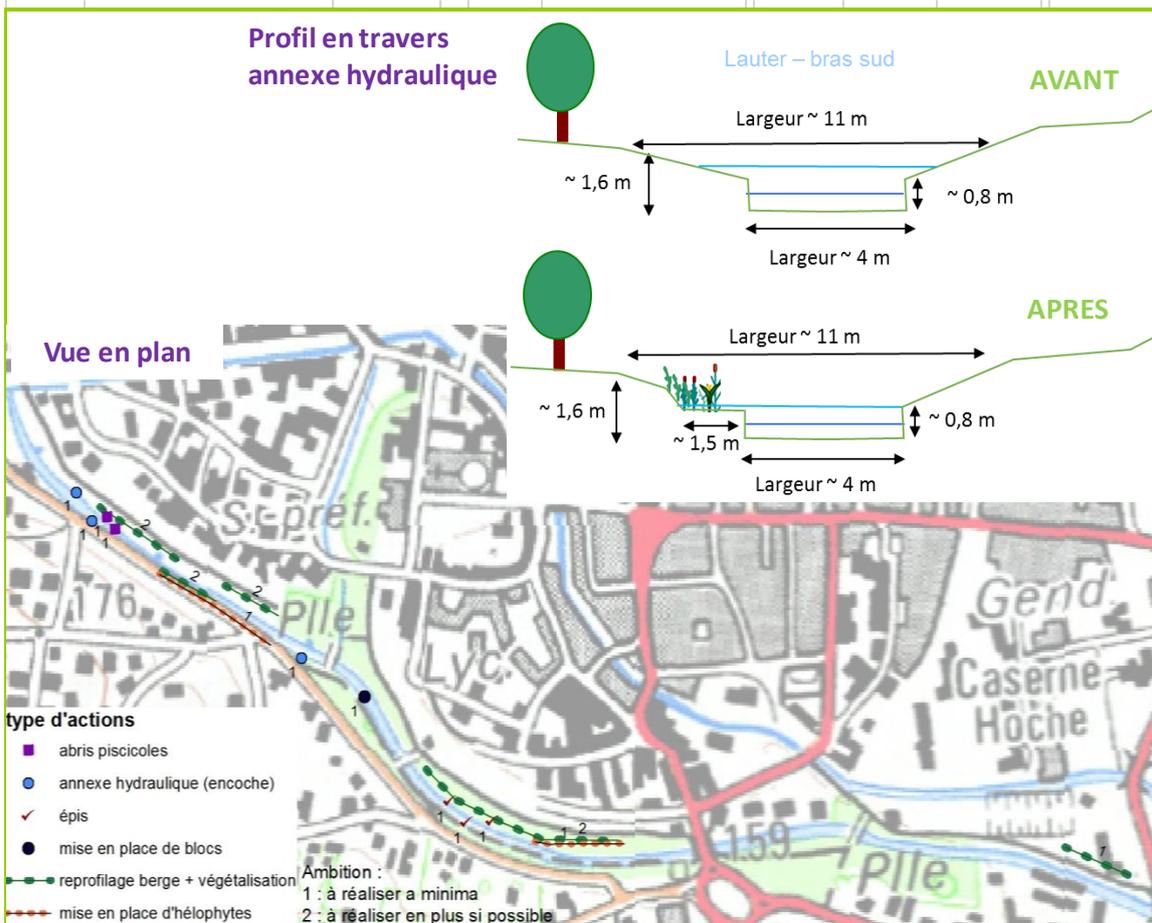


Figure 85 : Fiche action : Tronçon 6, page 2/3

RAPPORT

Étude hydraulique et définition de mesures de restauration de la continuité écologique de la Lauter



TRAVAUX (dont définition et suivi du projet)	Quantité	Unité	Coût unitaire	COÛT € HT
Création d'annexe hydraulique	7.5	m ²	1 000	7 500
Mise en place d'un cordon d'hélophytes	220.0	ml berge	50	11 000
Mise en place de blocs dans le lit pour diversifier les écoulements	40.0	ml	75	3 000
Mise en place d'épis déflecteurs	3.0	unité	750	2 250
Mise en place d'abris piscicoles en bois	2.0	unité	500	1 000
Reprofilage des berges en pente douce et mise en place d'une ripisylve	70.0	ml berge	110	7 700
SOUS-TOTAL INTERVENTION € HT				32 450
Aménagements complémentaires (d'amont en aval)				
Reprofilage des berges en pente douce et mise en place d'une ripisylve	95.0	ml berge	110	10 450
Reprofilage des berges en pente douce et mise en place d'une ripisylve	60.0	ml berge	110	6 600
Reprofilage des berges en pente douce et mise en place d'une ripisylve	60.0	ml berge	110	6 600
Reprofilage des berges en pente douce et mise en place d'une ripisylve (remplace 90 ml de mise en place de cordon d'hélophytes)	215.0	ml berge	110	23 650
	-90.0	ml berge	50	-4 500
TOTAL INTERVENTION (avec les aménagements complémentaires) € HT				75 250
ETUDES COMPLEMENTAIRES				
Ces travaux n'ont pas besoin d'étude complémentaire autre que la définition précise du projet jusqu'au stade PRO (dont le coût est compris dans les prix présentés).				
GAINS ESCOMPTÉS				
Diversification des écoulements, des habitats et de la biodiversité Amélioration de la gestion des eaux pendant les crues Réduction du réchauffement des eaux				
CONTRAINTES TECHNIQUES - IMPACTS ÉVENTUELS				
Les chemins présents actuellement devront être conservés.				
ADMINISTRATIF				
Maître d'ouvrage potentiel	Commune de Wissembourg			
Obligation réglementaire	DLE			
Délais de procédure	De 6 à 18 mois			
Emprise foncière	Les actions sont sur des propriétés de la commune.			
Délais estimés des travaux	1,5 à 2 mois			
Subvention(s) possible(s)				
POINTS DE VIGILANCE				
Vu que les travaux se situent dans le centre urbain, qu'il existe des chemins piétonniers, il est important de communiquer sur les objectifs des travaux et les résultats escomptés.				
				3/3

Figure 86 : Fiche action : Tronçon 6, page 3/3



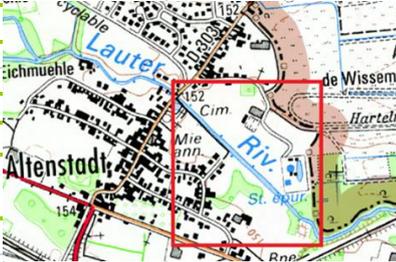
Tronçon 14		
CONTEXTE		
Commune	Wissembourg - Altstadt	
Localisation	en aval de D303 à Altstadt	
Cours d'eau	Lauter	
Linéaire du secteur (m)	500	
Cause principale d'altération	Rectification du lit	
Objectif(s) poursuivi(s)	Diversification du lit	
DIAGNOSTIC ET PROBLÉMATIQUE		
<p>Sur ce tronçon, le lit mineur de la Lauter a été fortement calibré. L'étendue des transformations est visible en comparant le tracé actuel avec celui de la carte d'état-major (1820-1866). La Lauter présentait un tracé beaucoup plus méandreux qui a été rectifié pour gagner des terres agricoles. Actuellement, le lit mineur alterne entre des zones de radiers et de mouilles avec une vitesse d'écoulement homogène sur tout le linéaire. La dynamique de la Lauter sur ce tronçon (lit mineur trop large et vitesse trop homogène) ne lui permet pas d'éroder ses berges et de reprendre un fonctionnement naturel. Une zone à frayère a été observée en aval du tronçon. La ripisylve se limite à 1 rangée sur les deux rives, mais est continue et en état moyen.</p>		
ILLUSTRATIONS - ÉTAT ACTUEL		
		

Figure 87 : Fiche action : Tronçon 14, page 1/3



OBJECTIF VISÉ - FAISABILITÉ

L'objectif est de s'approcher au mieux du fonctionnement naturel du cours d'eau. Compte tenu des contraintes foncières, il ne semble pas possible de revenir à l'état méandriforme initial. L'objectif est donc une diversification des habitats et des écoulements ainsi que le maintien d'un lit d'étiage pendant les périodes sèches et le maintien de l'écrêtage des crues en période de hautes eaux, sans toutefois toucher aux berges.

Nous proposons de réduire le chenal de la Lauter et de créer des sinuosités à l'intérieur de son lit mineur. La technique consiste en la création d'un lit méandriforme grâce à des banquettes d'hélophytes. Le lit peut aussi être diversifié avec des apports de blocs ou de matériaux grossiers.

Le modèle hydraulique a permis d'estimer la bonne dimension à donner au chenal d'étiage à créer grâce à une ou deux banquettes. Ce chenal permet de contenir tout juste le débit d'étiage (QMNA5). Même avec ce rétrécissement, le cours d'eau peut toujours garder en son lit le débit décennal. Ces dimensions sont présentées sur le schéma ci-après.

CROQUIS ÉTAT AMÉNAGÉ

