



**PRONAT**

**Büro für  
Umweltfragen**

**Bureau  
d'études en  
environnement**

**Possibilités de migration et de frai de  
la truite lacustre du Lac de Morat**

**Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten der  
Seeforelle des Murtensees**

# Contenu du dossier / Inhalt

Rapport en français

Bericht auf deutsch

Dossier photographique / Fotodossier

Carte 1 / Karte 1



**PRONAT**

**Büro für  
Umweltfragen**

**Bureau  
d'études en  
environnement**

## **Possibilités de migration et de frai de la truite lacustre du Lac de Morat**

Rapport



**PRONAT CONSEILS SA**  
Kreuzmattstrasse 56  
3185 Schmitten  
Tel. 026/497 91 30  
Fax. 026/497 91 33  
EMail pronat@sesamnet.ch

**Juillet 1998**

972302

<b>1. Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Périmètre d'étude et démarche .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Critères choisis .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Résultats .....</b>	<b>7</b>
4.1. Enquêtes .....	7
4.2. Arpentage des cours d'eau.....	7
4.3. Pêche ..	8
4.4. Classification des cours d'eau .....	8
4.5. Proposition de mesures.....	9
<b>5. Autres études.....</b>	<b>24</b>
<b>6. Références .....</b>	<b>24</b>
<b>7. Annexes .....</b>	<b>25</b>
7.1 Mesures de débit du Chondon 1993 - 1995	
7.2 Protocoles des relevés de pêche du 3.12.97 (Abfischungsprotokolle)	

Photo de couverture: En période d'étiage, la chute d'env. 1.5 m sur la Broye ne peut être franchie par les truites de lac. En période de hautes eaux, elle est par contre accessible aux poissons. Cela est certifié par les frayères mises en évidence en amont. Sur la rive droite, on voit encore les restes d'une ancienne échelle à poissons.

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui ont donné de leur temps pour répondre à nos innombrables questions et qui ont ainsi activement collaboré à cette étude. Nos pensées vont en particulier à MM. Jean-Daniel Wicky et Bernard Büttiker, des services de la pêche des cantons de Fribourg et Vaud, qui se sont rendus très disponibles pour nous assister dans cette recherche.

Nous remercions également pour leur aide précieuse MM. Elmar Bürgy, André Fragnière, Raymond Ducret, Gilbert Lang (gardes-pêche), Pierre-André Légeret (Société vaudoise de la pêche en rivières), Pascal Dutoit et Pierre Schär (pêcheurs professionnels).

Nos remerciements vont encore à M. Jean-Marc Singy, au département des forêts du canton de Fribourg pour la mise à disposition des données cartographiques numériques sans lesquelles ce travail n'aurait pu être réalisé.

Pour PRONAT CONSEILS SA

Dr. A. Zurwerra

## 1. INTRODUCTION

Le mandat d'étude qui a débouché sur ce rapport a été attribué le 22.8.97 par la Commission intercantonale de la pêche dans le lac de Morat au bureau PRONAT, qui collabore avec un spécialiste de la biologie piscicole, M. Peter Büsser.

La tâche qui nous a été confiée consistait à examiner les affluents principaux du lac de Morat et de la Broye inférieure, en vue de mettre en évidence les potentialités de frai et de migration pour la truite de lac (*Salmo trutta f. lacustris*).

L'étude s'est basée sur des données existantes et des recherches de terrain pour choisir les cours d'eau, en fonction de leurs potentialités, et proposer des aménagements améliorant la migration et la reproduction naturelles.

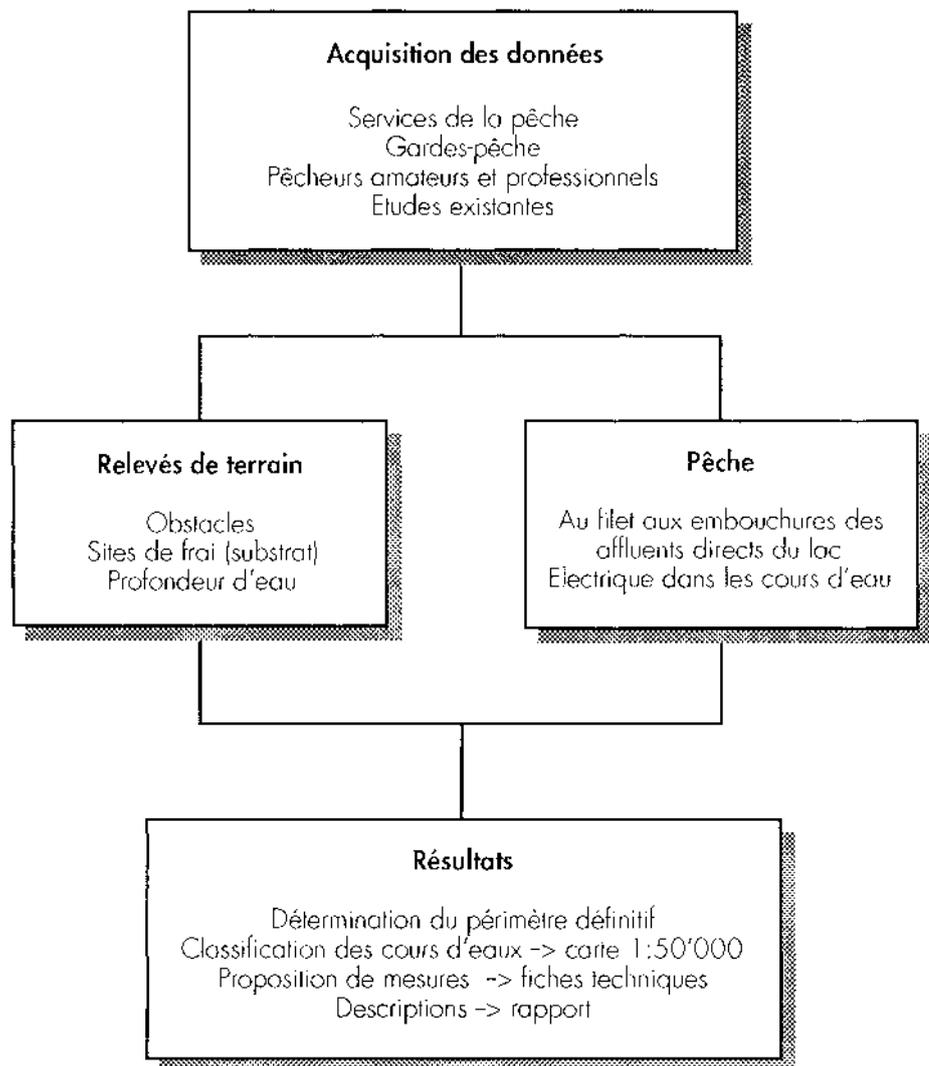
## 2. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ET DÉMARCHE

Le périmètre de l'étude est précisé sur la carte 1.

Initialement, le périmètre fut défini comme la région "Broye inférieure", ce qui s'est avéré trop imprécis par la suite. Le périmètre définitif a été délimité sur la base des observations sur le terrain et de la concertation avec les responsables de la pêche des deux cantons concernés.

Ainsi tous les affluents du lac de Morat et les cours d'eau secondaires ont été considérés, à l'exception du canal de la Broye. La Broye elle-même, a été étudiée jusqu'aux obstacles naturels infranchissables en amont de Moudon.

Figure 2.1 Démarche.



## Acquisition des données et description de l'état actuel

L'état actuel a été déterminé sur la base des données existantes récoltées auprès des services de la pêche et des gardes-pêche. En complément, certains cours d'eau ont été parcourus. Sur le terrain, les obstacles à la migration ont été relevés, de même que les paramètres importants déterminant une frayère de la truite de lac.

## Mise en valeur des données

L'étude et la mise en valeur des données a permis :

- de délimiter le périmètre définitif d'étude;
- de choisir les tronçons de cours d'eau dans lesquels une amélioration des possibilités de migration et de frai pour la truite de lac devait être étudiée en particulier;
- d'élaborer et de développer des mesures d'amélioration.

### 3. CRITÈRES CHOISIS

Les truites de lac ont besoin d'une certaine profondeur d'eau, pour que la migration depuis le lac dans un cours d'eau soit possible. A partir d'observations personnelles et de celles de M. Légeret, cette hauteur a été estimée à env. 30 cm. Dans le cas idéal, cette profondeur est garantie pendant la période principale de la migration (octobre à novembre), même en cas de débit d'étiage. Dans certains cours d'eau, elle n'est atteinte qu'occasionnellement, à la suite de précipitations ponctuelles.

Entre la remontée migratoire et le retour au lac, la truite lacustre reste plusieurs semaines dans les cours d'eau. Pendant cette période, elle utilise comme milieu vital certains tronçons de rivière, dont le niveau d'eau est suffisant en permanence. Dans de nombreux cours d'eau, une truite de lac rencontre des obstacles lors de la migration (remontée). Ils peuvent prendre la forme d'embouchures trop peu profondes (dans le lac ou dans d'autres cours d'eau), de tronçons de cours d'eau avec une lame d'eau insuffisante, de rapides (riffles) ou de chutes artificielles ou naturelles. Certains de ces obstacles sont certes infranchissables en période d'étiage, mais peuvent, grâce à des apports d'eau important, être parfois vaincus. D'autres sont infranchissables en permanence.

Pour déposer ses oeufs, la truite de lac a besoin d'un substrat dans le lit du cours d'eau constitué de gravier moyen à grossier, avec une profondeur d'eau de 30 cm et plus. La vitesse du courant est, dans l'idéal, située entre 40 et 70 cm/s (donc un substrat plus grossier et une vitesse plus élevée que pour la truite de rivière). Le frai peut durer plusieurs jours. Il est donc nécessaire que les conditions mentionnées ci-dessus soient également garanties en périodes d'étiage.

Cette courte description des exigences de la truite de lac donne, en résumé, le tableau suivant et permet de classer les cours d'eau ou les tronçons de cours d'eau.

**Tableau 3.1 Classification des tronçons de cours d'eau.**

Classe	Migration (remontée)	Possibilités de frai	Profondeur d'eau / Substrat
1 bleu foncé	partout et toujours possible	au moins présentes par endroits	profondeur d'eau suffisante en permanence pour la remontée et le frai et par endroits substrat adapté
3 bleu clair pointillé	partout et toujours possible	aucune	profondeur d'eau suffisante en permanence pour la remontée; lit partout ensablé ou rocheux (blocs)
5 jaune	temporairement, seulement possible en période de hautes eaux	év. existantes, mais inutilisables	profondeur d'eau suffisante pour la remontée uniquement en période de crue; év. substrat adapté au frai existant mais profondeur d'eau trop faible

Sur la carte 1, les tronçons d'une certaine longueur, dont les conditions varient fréquemment entre les classes 1 et 3 sont représentés schématiquement par une couleur vert clair. Il existe par analogie une classe orange, représentant la transition entre les classes 3 et 5 (voir tableau 4.1).

**Tableau 3.2 Classification des obstacles de migration (remontée).**

Obstacles	Caractéristique
temporairement franchissables par les truites de lac	Plus ou moins long tronçon de cours d'eau, qui présente normalement une trop faible hauteur d'eau pendant la période principale de la migration. Par extension, ce sont des seuils et des chutes qui, lors de débits plus importants après des précipitations, ont une hauteur de chute < 70 cm et une profondeur de marmite suffisante. Cette profondeur doit correspondre à env. 1.5 fois la hauteur de chute.
infranchissables	Ce sont des seuils et des chutes qui - ont toujours une hauteur de chute > 1 m et/ou - n'ont pas de marmite sous la chute et/ou - ont une marmite dont la profondeur est toujours insuffisante et/ou - ont, sous la lame déversante de la chute, une protection contre les affouillements, surplombant la marmite.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. Enquêtes

En plus des enquêtes effectuées auprès des services cantonaux de la pêche (Dr. Jean-Daniel Wicky, Fribourg et Dr. Bernard Büttiker, Vaud), les gardes-pêche concernés, soit MM. Elmar Bürgy (FR), Raymond Ducret et Gilbert Lang (VD), ont été interrogés. D'autres indications ont été fournies par M. Pierre-André Légeret qui coordonne pour la société vaudoise des pêcheurs en rivières, le programme de revitalisation des cours d'eau. M. Pascal Dutoit, d'Avenches, nous a livré des indices certifiés de présence de truites de lac et de frayères dans le Chandon.

M. Gilbert Lang s'occupe depuis des années de la capture des géniteurs en migration dans la Broye à Moudon. Dans une ancienne passe à poisson, en dessous des deux obstacles temporaires en amont de Moudon (voir carte 1), un cosier a été installé dans ce but. En 1993, 21 femelles de truites lacustres y ont été capturées (meilleur résultat depuis 1985).

La présence de frayères en amont de cette chute montre que malgré sa hauteur respectable (voir photo de couverture) et la passe à poissons défectueuse, cet obstacle n'est que temporaire (observations de M. G. Lang).

A partir de ces enquêtes, nous avons obtenus des indications sur la remontée des truites de lac dans la Broye, le Chandon, l'Arbogne, la Bioleyre et la Lembe. Pour les autres (petits) affluents directs du lac de Morat, ainsi que pour les cours d'eau secondaires des grands affluents, aucune donnée certifiée n'a pu être récoltée.

### 4.2. Arpentage des cours d'eau

Tous les obstacles à la migration des truites de lac (voir critères du tableau 3.2) dans le périmètre d'étude ont été photographiés. Leur situation exacte est reportée sur la carte.

Pendant les relevés de terrain, les tronçons de cours d'eau ont été appréciés selon les critères présentés dans les tableaux 3.1 et 3.2. La profondeur d'eau nécessaire et la présence du substrat requis pour le frai ont été évalués.

### 4.3. Pêche

Dans beaucoup d'affluent du lac de Morat, on a pu constater à l'occasion des sorties en novembre et décembre, que déjà les embouchures se révélaient problématiques. En période de basses eaux, la profondeur d'eau nécessaire aux truites de lac n'est pas atteinte. Pour définir si, dans des cours d'eau critiques comme le Chandon ou le Löwenbergbach, des truites se présentaient toutefois à l'embouchure, avec la volonté de remonter, deux filets de fond (50/60 mm) ont été posés le 2 décembre. Ils ont été relevés le jour suivant. Le résultat positif obtenu au Chandon (6 truites de lac capturées, dont 4 femelles entre 64 et 74 cm) montre que des truites de lac désireuses de remonter la rivière, ont vainement tenté d'atteindre les sites de frai de ce cours d'eau. Trois des six femelles ont malheureusement été retirées mortes des filets. A partir d'échantillons d'écaillés, leur âge a été déterminé (4, 5 et 7 ans). Le poids total (3.2, 3.2 et 4.3 kg), ainsi que la masse d'oeufs (0.75, 0.66 et 1.35 kg) ont également été mesurés pour ces trois truites. Chacune de ces truites présentait déjà la coloration typique des oeufs apparaissant lors de leur résorption.

Pour tester d'éventuels obstacles de migration aussi dans de plus petits cours d'eau, une pêche électrique y a été réalisée, entre Noël et Nouvel-an 1997. Cette pêche a été effectuée après la première pluie qui a suivi la longue période de sécheresse de cette fin d'année. Dans les ruisseaux du Löwenberg, du Prehlbach et du Mühlebach, ainsi que dans les deux bras du Dy, aucune truite de lac, ni frayère n'ont pu être mises en évidence.

Les autorisations nécessaires à la pêche ont été obtenues auprès des concordats des deux cantons. Les résultats sont présentés à l'annexe 2.

### 4.4. Classification des cours d'eau

Sur la base des critères du chapitre 3, tous les cours d'eau du périmètre d'étude ont été classifiés et représentés sur la carte avec des couleurs correspondant à leur état. Pour simplifier, la classification suivante a été adoptée:

**Tableau 4.1 Classification des (tronçons de) cours d'eau.**

Classe	Caractéristique
1 bleu foncé	Toujours adapté à la remontée migratoire, à certains endroits adapté au frai
2 bleu clair	Tronçons avec des conditions variant entre les classes 1 et 3
3 bleu clair, pointillé	Toujours adapté à la remontée migratoire; inadapté au frai.
4 jaune, pointillé	Tronçons avec des conditions variant entre les classes 3 et 5
5 jaune	Adapté à la remontée migratoire uniquement en période de crue; Possibilités de frai év. existantes, mais inutilisables

Des affluents directs du lac de Morat (voir carte 1), seule la Broye est, de par sa grande profondeur, déjà accessible aux truites de lac dans sa partie inférieure. L'entrée dans l'embouchure du Chandon et du ruisseau de Forel est critique. Ces cours d'eau ne sont accessibles que pour autant que le niveau du lac de Morat soit suffisamment haut et/ou que des précipitations aient augmenté leurs débits. Les autres petits affluents du lac de Morat ne sont pas adaptés à la remontée migratoire. Ils présentent en général une profondeur d'eau clairement insuffisante (souvent seulement quelques cm) et un substrat généralement défavorable à la truite de lac.

Des affluents de la Broye, seuls la Petite Glâne, l'Arbogne, la Bioleyre, la Lembe, la Cérjaulle, la Mérine, la Bressonne et le Carrouge peuvent être considérés comme adaptés à la remontée migratoire, ayant une lame d'eau suffisante (au moins localement) et un substrat adéquat. Les autres cours d'eau secondaires ont une profondeur d'eau trop faible.

## 4.5. Proposition de mesures

Afin d'améliorer les conditions de la migration et les possibilités de frai, des mesures de construction et de gestion sont nécessaires.

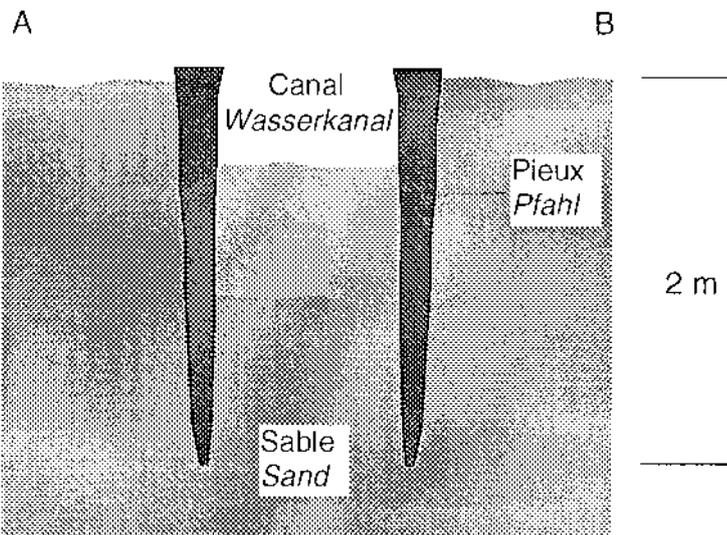
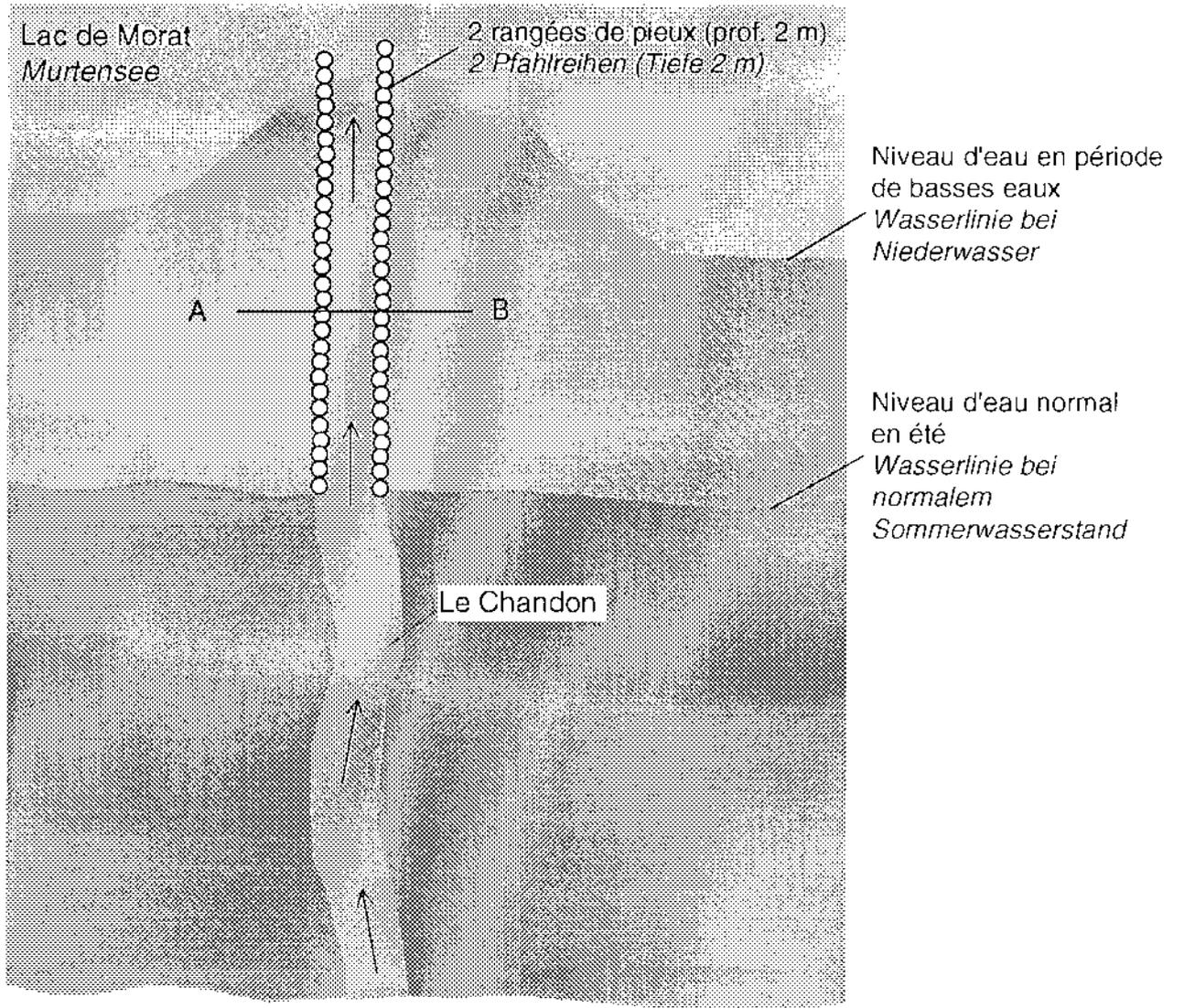
### 4.5.1. Mesures de construction

- Elimination des obstacles à la migration
- Contournement d'obstacles à la migration
- Adaptation d'embouchures

Les détails sont présentés dans les fiches de mesures ci-après.

Chandon		Mesure
<b>Façonnement de l'embouchure pour améliorer les possibilités de remontée migratoire</b>		<b>M 1</b>
Embouchure		Priorité 1
<b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b>		
Nature du déficit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstacle temporaire à la migration</li> <li>• Niveau d'eau insuffisant</li> </ul>	
Situation actuelle	<p>Le Chandon, en aval de la route Faoug-Salavaux est un ruisseau naturel traversant une forêt. Les limons transportés par le courant sont déposés dans un delta. A la suite de la baisse artificielle du niveau d'eau du lac en automne (en dessous du niveau de la surface du delta), la profondeur d'eau à l'embouchure est insuffisante en période d'étiage pour la remontée des truites de lac. La migration en période de crue est pourtant prouvée; des truites lacustres et leurs frayères sont observées chaque année dans le tronçon du Moulin Neuf (communication pers. de P. Dutoit, Avenches).</p>	
Description de la mesure	<p>L'embouchure du Chandon doit être rétrécie sur env. 70 à 100 m à l'aide de techniques de génie biologique, de telle manière que d'une part, les sédiments fins soient transportés par un lit mineur au delà du delta, vers le lac, et d'autre part, qu'une profondeur d'eau suffisante pour la remontée des truites de lac soit garantie en permanence. Comme alternative à des mesures de construction, le curage régulier d'un chenal de basses eaux peut être envisagé (probablement tous les 2 ans).</p>	
Remarques	<p>Des interventions artificielles dans une embouchure proche de l'état naturel posent certainement des problèmes. Mais il faut également considérer que la situation s'est dégradée par une mesure artificielle (baisse du niveau du lac).</p>	
<b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b>	<p>Grâce à ces mesures, l'accès permanent aux sites de frai dans un affluent direct du lac de Morat peut être garanti. Le Chandon est actuellement, mis à part la Broye, le seul affluent direct du lac de Morat adapté tant à la remontée qu'au frai des truites de lac. Dans l'intérêt d'une répartition des risques (pollution de l'eau, forte crue), cette possibilité devrait être assurée en tant qu'alternative à la Broye.</p>	
<b>MESURES ASSOCIÉES</b>	<p>M2 (rétrécissement du chenal d'écoulement pour augmenter la profondeur d'eau).</p>	
<b>COÛTS ET DELAI</b>		
Coût de construction	<p>Variante 1: mise en place de 2 rangées de pieux. Coûts: frs 50'000.- pour 30 mètres linéaires. Variante 2: curage d'un chenal de basses eaux. Coûts: frs 5'000.- à frs 10'000.- tous les 2 ans.</p>	
Coût d'entretien	<p>Contrôle d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine (pas de coûts supplémentaires).</p>	
Programme de mise en place	<p>Variante 1: battage des pieux à partir d'un radeau ou d'un bateau, en été, par une entreprise spécialisée. Variante 2: curage avant la période migratoire principale. Préparation d'un projet de détail et sollicitation de subventions fédérales et cantonales.</p>	
Voir plans	<p>voir annexe 1.1</p>	
Voir photos	<p>1</p>	

# Annexe / Beilage M 1.1



<b>Chandon</b>		Mesure
<b>Rétrécissement du chenal d'évacuation pour augmenter la profondeur d'eau</b>		<b>M 2</b>
Embouchure - Route cantonale Faoug-Salavaux		Priorité 1
<b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b>		
Nature du déficit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obstacle temporaire à la migration</li> <li>▪ Niveau d'eau insuffisant</li> </ul>	
Situation actuelle	Le tronçon en aval de la route cantonale Faoug - Salavaux, d'une longueur d'env. 300 m, ne remplit pas les conditions d'un cours d'eau de reproduction pour la truite de lac (trop faible lame d'eau, substrat souvent inadéquat).	
Description de la mesure	<p>Variante 1: La largeur actuelle de ce tronçon doit être réduite de moitié par des techniques de génie biologique (épis en fascines ou pose d'une grille à buisson), afin de rendre la remontée possible pour les truites de lac aussi en période d'étiage et d'améliorer la structure du lit par une augmentation de la force tractrice. Les méandres existants doivent être conservés.</p> <p>Variante 2: Aménagement d'un lit mineur en conservant la largeur du lit actuelle. Ev. rétrécissement du chenal à l'aide d'une palissade au milieu du cours d'eau.</p>	
Remarques	Le Chandon est aujourd'hui recolonisé par le castor, venu de la Broye. Les terriers construits dans la rive se révèlent problématiques: les couloirs s'effondrent parce que les rives sont trop basses (pas assez de terre) et que de nombreux promeneurs les piétinent (instabilité de la voûte).	
<b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b>	Par cette mesure, en combinaison avec la mesure M1, les frayères seront mises en valeur sur les 300 m de tronçon, à proximité immédiate du lac et la remontée vers les secteurs plus en amont sera assurée aussi en période d'étiage.	
<b>MESURES ASSOCIÉES</b>	M1 (Façonnement de l'embouchure pour améliorer les possibilités de remontée migratoire). Coordination avec les mesures de protection du castor.	
<b>COÛTS ET DELAI</b>		
Coût de construction	Variante 1: frs 60'000.- Variante 2: 30'000.-	
Coût d'entretien	Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine (pas de coûts supplémentaires).	
Programme de mise en place	Préparation d'un projet de détail sous la direction du canton de Vaud avec prise de position des services concernés. Sollicitation de subventions. Réalisation avant la période principale de la migration.	
Voir plans	Mesures de débits du Chandon (annexe 7.1)	
Voir photos	2	

**Modification du seuil avec base stabilisée contre l'affouillement pour le rendre franchissable aux poissons****M 3**

Corcelles-près-Payerne

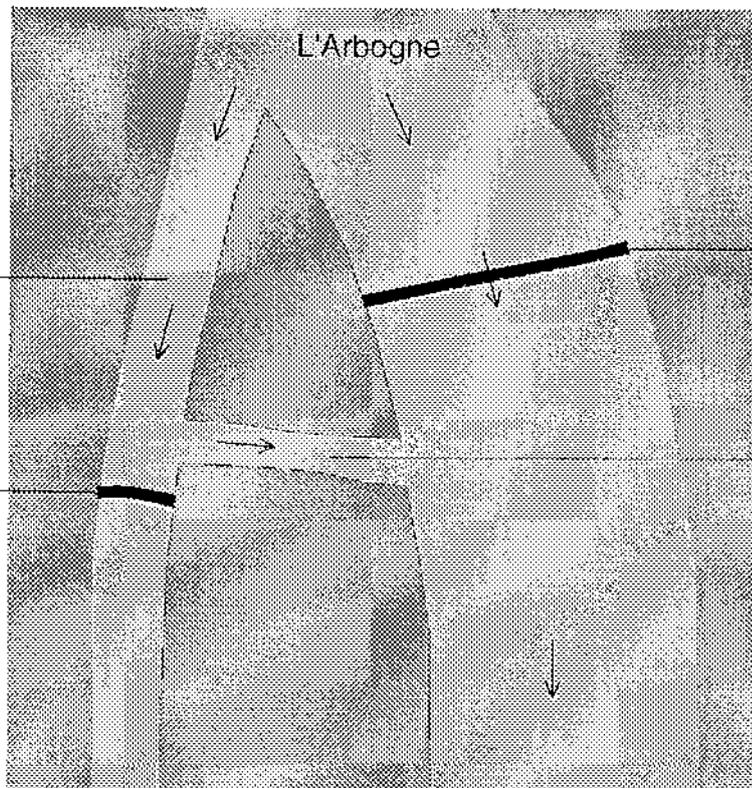
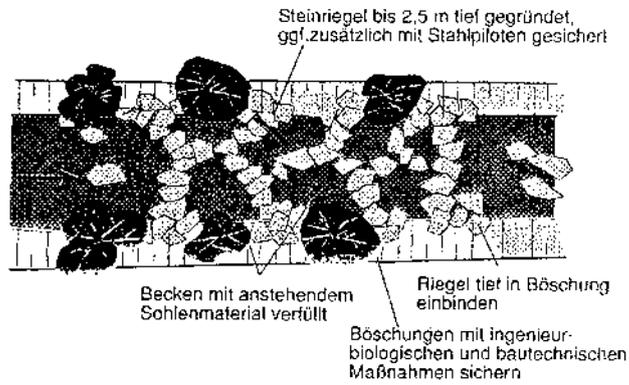
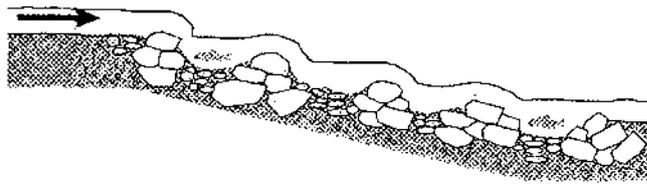
Priorité 2

<p><b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b></p> <p>Nature du déficit</p> <p>Situation actuelle</p> <p>Description de la mesure</p> <p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstacle temporaire à la migration</li> <li>• Niveau d'eau insuffisant</li> </ul> <p>Au milieu du village, en dessous du pont routier, une chute d'env. 40 cm avec une base stabilisée contre l'affouillement (en bois) empêche la remontée en période d'étiage.</p> <p>Elimination de la protection contre l'affouillement et remplacement ou modification de la chute.</p> <p>Variante 1: Laisser la chute et la compléter en aval avec une rampe de blocs. Variante 2: Eliminer la chute et la remplacer par une rampe de blocs disjointe. Variante 3: Créer des échancrures dans la crête de la chute.</p>
<p><b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b></p> <p><b>MESURES ASSOCIÉES</b></p>	<p>Cette mesure permet la remontée migratoire jusqu'au seuil de l'ancien Moulin. Sur un tronçon d'env. 500 m, des frayères seront ainsi accessibles. Les bénéfices effectifs peuvent encore être augmentés par la réalisation de la mesure M4.</p> <p>M4 (Contournement du seuil de 3 m par la transformation du canal de dérivation).</p>
<p><b>COÛTS ET DELAI</b></p> <p>Coût de construction</p> <p>Coût d'entretien</p> <p>Programme de mise en place</p>	<p>Variante 1 et 2: frs 80'000.- à 100'000.- Variante 3: frs 20'000.-</p> <p>Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine (pas de coûts supplémentaires).</p> <p>Choix définitif de la variante et élaboration d'un projet de détail. Sollicitation de subventions fédérales et cantonales. Réalisation avant la période principale de la migration.</p>
<p>Voir plans</p> <p>Voir photos</p>	<p>Voir annexe M 4.1, principe de la rampe de blocs</p> <p>3</p>

L'Arbogne		Mesure
<b>Contournement du seuil (haut. 3m) par transformation du canal de dérivation</b>		<b>M 4</b>
Corcelles-près-Payerne		Priorité 2
<b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b>		
Nature du déficit	• Obstacle infranchissable	
Situation actuelle	La chute, d'env. 3 m, sur l'Arbogne à Tours, située juste en aval du canal de dérivation de l'ancien Moulin est actuellement infranchissable pour les truites de lac.  Le déversoir de crue de l'ancien canal d'eau d'amont (aujourd'hui comblé) du Moulin se jette juste au pied du seuil.	
Description de la mesure	La modification de la chute elle-même est difficile pour des raisons de stabilité (route). Une solution s'offre ici en utilisant l'ancien canal d'eau d'amont du Moulin, qui est comblé juste après le déversoir de crue. Une passe à poisson pourrait être construite à partir de la marmite située au pied de la chute, en utilisant le déversoir et le canal d'eau d'amont.	
Remarques		
<b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b>	Cette amélioration rend accessible les sites de frai dans l'Arbogne et ses affluents sur plusieurs kilomètres.	
<b>MESURES ASSOCIÉES</b>	M3 (Modification du seuil avec protection contre l'affouillement pour le rendre franchissable aux poissons)	
<b>COÛTS ET DELAI</b>		
Coût de construction	Frs. 150'000.-	
Coût d'entretien	Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine; élimination des débris flottants (pas de coûts supplémentaires).	
Programme de mise en place	Elaboration du projet de détail. Sollicitation de subventions fédérales et cantonales. Réalisation avant la période principale de la migration.	
Voir plans	Annexe 4.1	
Voir photos	4/5	

# Annexe / Beilage M 4.1

aus DVWK (1996)



L'Arbogne à Tours  
(voir photo 4)  
Arbogne bei Tours  
(siehe Foto 4)

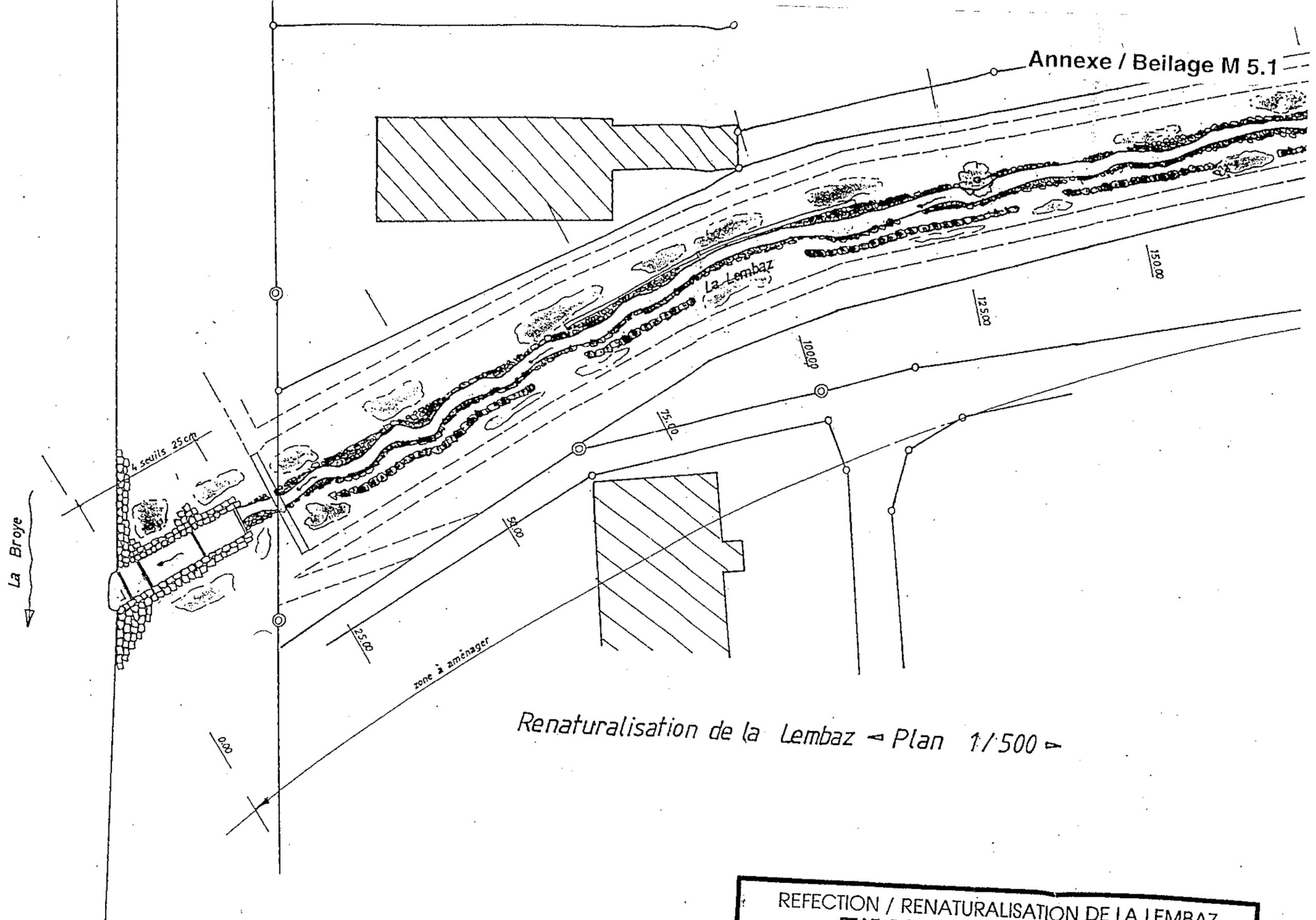
Canal d'eau  
d'amont du Moulin  
Oberwasserkanal  
zur Mühle

Barrage  
Absperrung

Seuil  
Wehr

Déversoir de crue  
Hochwasser-  
entlastungskanal

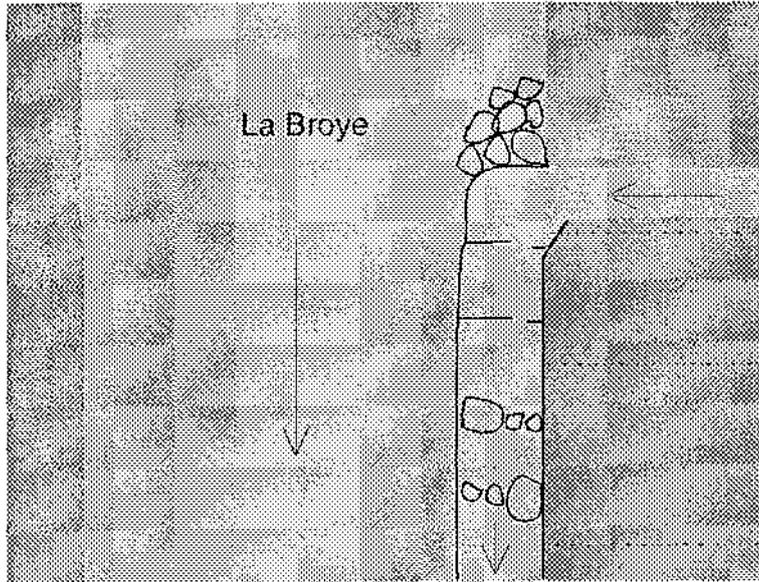
<p><b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b></p> <p><b>Nature du déficit</b></p> <p><b>Situation actuelle</b></p> <p><b>Description de la mesure</b></p> <p><b>Remarques</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstacle temporaire à la migration</li> <li>• Niveau d'eau insuffisant</li> </ul> <p>En période d'étiage, la remontée des poissons depuis la Broye n'est pas garantie. Selon les dires d'un pêcheur pendant les travaux de terrain, les truites de lac remontent, lorsque les conditions sont favorables, jusqu'au premier obstacle dans la Lembe (voir photo 7 et carte 1).</p> <p>Construction d'une entrée pour les poissons selon les propositions faites dans le cadre du projet "Ecu d'Or".</p> <p>Pour améliorer les possibilités de remontée du poisson, un projet a été développé par Zaugg et al. en 1993, qui n'a pas été encore réalisé.</p>
<p><b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b></p> <p><b>MESURES ASSOCIÉES</b></p>	<p>Cette modification rend accessible les frayères sur les 500 m de tronçon, jusqu'au deux chutes rocheuses naturelles (toutes deux de plus de 4 m de haut).</p>
<p><b>COÛTS ET DELAI</b></p> <p><b>Coût de construction</b></p> <p><b>Coût d'entretien</b></p> <p><b>Programme de mise en place</b></p>	<p>Frs 200'000.-, y.c. mesures de revitalisation (selon rapport de Zaugg et al., 1993).</p> <p>Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine; élimination des débris flottants (pas de coûts supplémentaires).</p> <p>Elaboration du projet de détail. Sollicitation de subventions fédérales et cantonales. Réalisation avant la période principale de la migration.</p>
<p><b>Voir plans</b></p> <p><b>Voir photos</b></p>	<p>Annexe M 5.1</p> <p>6</p>



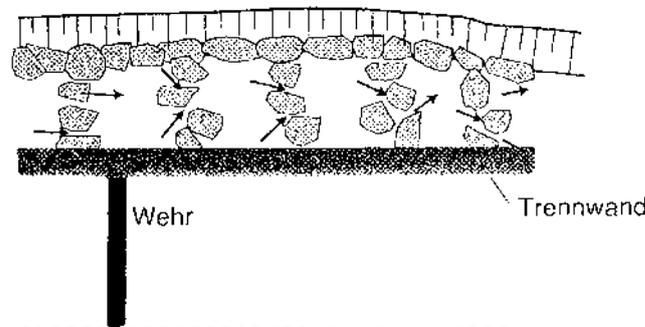
Renaturalisation de la Lembaz ◀ Plan 1/500 ▶

REFECTION / RENATURALISATION DE LA LEMBAZ		
ETAT CORRIGE - PLAN D'ENSEMBLE		
ECHELLE 1:500	STIRNEMANN-AQUARIUS	PLAN N°1-89-1 / 17.02.93

<b>La Mérine</b>		Mesure
<b>Construction d'une échelle à poissons</b>		<b>M 6</b>
Embouchure dans la Broye (Moudon)		Priorité <b>2</b>
<b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b>		
Nature du déficit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstacle temporaire à la migration</li> </ul>	
Situation actuelle	Avec une hauteur de chute de 1.5 m, l'embouchure de la Mérine dans la Broye, en aval du pont routier, représente un obstacle infranchissable pour la truite de lac en période d'étiage.	
Description de la mesure	A l'aide d'une échelle à poissons d'env. 15 m de long (pente ≤ 10 %), la Mérine doit être conduite dans la Broye, par la rive gauche. Pour l'entretien, il faut prévoir la mise en place d'une échelle d'accès au lit du ruisseau.	
Remarques	Un abaissement du fond du lit du ruisseau n'est pas envisageable pour des raisons de stabilité. La réalisation de la mesure est à coordonner avec d'éventuels projets d'assainissement du pont.	
<b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b>	La mesure n'a de sens que si les mesures M7 et M8 sont mises en place simultanément. Ce tronçon du cours d'eau traverse la ville de Moudon sous forme de canal à ciel ouvert, pavé et étroit (voir photo 9). Il est sous tuyau dans sa partie inférieure. L'utilité de cette mesure réside dans la mise à disposition des sites de frai existant en amont de Moudon.	
<b>MESURES ASSOCIÉES</b>	M7 (Modification du seuil). M8 (Revitalisation du tronçon du cours d'eau depuis l'embouchure jusqu'au premier obstacle de migration).	
<b>COÛTS ET DELAI</b>		
Coût de construction	Selon la technique de construction: frs 100'000.-- à frs 150'000.--.	
Coût d'entretien	Au début, pour des contrôles périodiques, en particulier après les crues, il faut prévoir 10 min de travail hebdomadaire.	
Programme de mise en place	Réculte des approbations auprès des propriétaires riverains et du service cantonal des eaux. Préparation du projet de détail, demandes de subventions, réalisation mois par mois. Contrôles d'efficacité par la mise en évidence des frayères en amont des obstacles.	
Voir plans	Annexe M 6.1	
Voir photos	9	

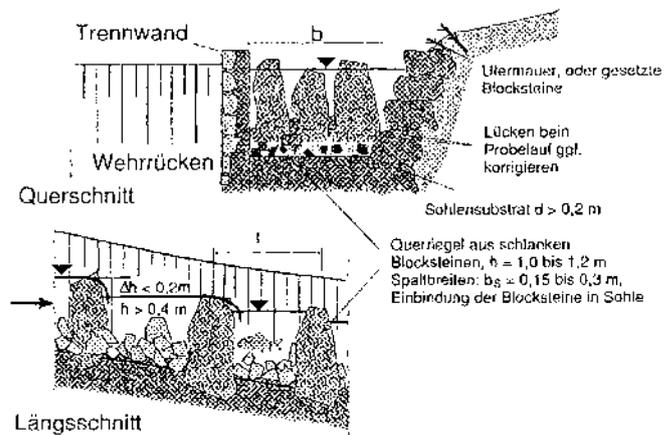


La Méline (sous tuyau / verrohrt)  
 Construction de parois en béton  
*Einbau von Betonwänden (Vertical Slot)*  
 Ou réalisation d'un canal à lit grossier  
*oder Gestaltung eines Rauhgerinnes*



DVWK (1996)

**Bild 4.30: Rauhgerinne-Beckenpaß (Grundriß)**



**Bild 4.31: Rauhgerinne-Beckenpaß (Gerinnequerschnitt und Längsschnitt)**

<b>La Mérine</b>		Mesure
<b>Modification du seuil</b>		<b>M 7</b>
Moudon		Priorité 2
<b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b>		
Nature du déficit	▪ Obstacle infranchissable	
Situation actuelle	La chute, d'une hauteur de 3 m , est actuellement infranchissable.	
Description de la mesure	Par la destruction de la chute actuelle et la reconstruction d'une pente (en amont du seuil actuel), le cours d'eau en amont peut à nouveau être accessible, tout en respectant les conditions de sécurité en cas de crue (réduction de l'énergie).	
Remarques	La stabilité des bâtiments en amont de la chute ne sera pas menacée.	
<b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b>	Cette mesure permet d'ouvrir le tronçon naturel de la Mérine et , en combinaison avec la mesure M6, de la relier à nouveau à la Broye.	
<b>MESURES ASSOCIÉES</b>	M6 (Construction d'une échelle à poissons).	
<b>COÛTS ET DELAI</b>		
Coût de construction	Selon la technique de construction: frs 150'000.-- à frs 200'000.--	
Coût d'entretien	Aucun	
Programme de mise en place	Réculte des approbations auprès des propriétaires riverains et du service cantonal des eaux. Préparation du projet de détail, demandes de subventions, réalisation mois par mois. Contrôles d'efficacité par la mise en évidence des frayères en amont des obstacles.	
Voir plans	voir principe, annexe M 4.1	
Voir photos	10	

**Revitalisation d'un tronçon du cours d'eau depuis l'embouchure  
jusqu'au premier obstacle de migration**

M 8

Moudon

Priorité 2

<p><b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b></p> <p>Nature du déficit</p> <p>Situation actuelle</p> <p>Description de la mesure</p> <p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau d'eau insuffisant</li> <li>• Substrat du lit inadapté</li> </ul> <p>Le fond du lit de l'étroit canal traversant la ville de Moudon est pavé, le niveau d'eau est faible et la vitesse du courant est par contre forte. Les truites de lac qui remontent ne peuvent passer ce canal (long d'env. 400 m) que lorsque le débit est grand. Une fois traversé l'obstacle, elle ne trouvent toutefois aucune zone de repos.</p> <p>Le tronçon concerné, d'une longueur d'env. 400 m doit être assaini, jusqu'au premier obstacle de migration, à l'aide de mesures de génie biologique. Un lit "en escaliers" doit être réalisé, avec une profondeur d'eau suffisante et, si possible, un substrat naturel dans le fond.</p> <p>Les conditions relevant de la protection contre les crues doivent être prises en considération.</p>
<p><b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b></p> <p>MESURES ASSOCIÉES</p>	<p>M6 (Construction d'une échelle à poissons). M7 (Modification du seuil).</p>
<p><b>COÛTS ET DELAI</b></p> <p>Coût de construction</p> <p>Coût d'entretien</p> <p>Programme de mise en place</p>	<p>Frs 40'000.-</p> <p>Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine (pas de coûts supplémentaires).</p> <p>Elaboration du projet de détail. Sollicitation de subventions fédérales et cantonales. Réalisation pendant la période d'étiage (août à octobre).</p>
<p>Voir plans</p> <p>Voir photos</p>	<p>voir principe, annexe M 4.1</p> <p>10</p>

## Ruisseau de Forel

## Façonnement de l'embouchure pour améliorer les possibilités de remontée migratoire

M 9

Embouchure

Priorité 3

<p><b>DESCRIPTION ET JUSTIFICATION</b></p> <p>Nature du déficit</p> <p>Situation actuelle</p> <p>Description de la mesure</p> <p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstacle temporaire à la migration</li> <li>• Niveau d'eau insuffisant</li> </ul> <p>Le ruisseau de Forel est un des seuls petits affluents directs du lac de Morat qui offre, en amont de l'embouchure, des conditions adaptées à la truite de lac (profondeur d'eau suffisante, substrat adéquat pour le frai).</p> <p>L'embouchure doit être rétrécie de moitié sur une distance de 20 m, à l'aide de techniques de génie biologique. Cela permettra d'une part le transport des sédiments fins dans un lit mineur à travers le delta jusqu'au lac et d'autre part, de garantir en permanence une profondeur d'eau suffisante pour la remontée des truites de lac.</p> <p>Par une intervention dans cette embouchure proche de l'état naturel, la situation antérieure à l'abaissement des eaux du lac, comprenant un passage pour la truite de lac, pourra être rétablie.</p>
<p><b>BENEFICES ECOLOGIQUES DE L'ASSAINISSEMENT</b></p> <p>MESURES ASSOCIÉES</p>	<p>Par l'amélioration des conditions de remontée dans l'embouchure, le potentiel du ruisseau de Forel pourra être mieux utilisé sur un tronçon d'env. 120 m.</p>
<p><b>COÛTS ET DELAI</b></p> <p>Coût de construction</p> <p>Coût d'entretien</p> <p>Programme de mise en place</p>	<p>Frs. 10'000.-</p> <p>Contrôles d'efficacité dans le cadre de contrôles de routine (pas de coûts supplémentaires).</p> <p>Elaboration du projet de détail. Sollicitation de subventions fédérales et cantonales. Réalisation pendant la période d'étiage (août à octobre).</p>
<p>Voir plans</p> <p>Voir photos</p>	<p>14</p>

#### 4.5.2. Coûts et priorités

En tenant compte des priorités, les mesures de construction se présentent de la façon suivante:

**Tableau 4.2 Vue d'ensemble des coûts des mesures.**

Priorité	Mesure	Coûts (selon la variante)	No
1	Chandon: façonnement de l'embouchure pour améliorer les possibilités de remontée migratoire	frs 50'000	M1
1	Chandon: rétrécissement du chenal d'écoulement pour augmenter la profondeur d'eau	frs 30'000 - 60'000	M2
2	Mérine: construction d'une passe à poisson	frs 100'000 - 150'000	M6
2	Arbogne: modification du seuil avec protection contre l'affouillement pour le rendre franchissable aux poissons	frs 20'000 - 100'000	M3
2	Mérine: revitalisation du tronçon entre l'embouchure et le 1er obstacle à la migration	frs 40'000	M8
2	Mérine: modification du seuil	frs 150'000 - 200'000	M7
2	Arbogne: contournement du seuil (haut. 3 m) en transformant le canal de dérivation	frs 150'000	M4
2	Amélioration de l'entrée des poissons à l'embouchure de la Lembe dans la Broye	frs 200'000	M5
3	R. de Forel: façonnement de l'embouchure pour améliorer les possibilités de remontée migratoire	frs 10'000	M9

Pour la réalisation des mesures de 1ère priorité, 100'000 frs sont nécessaires. Afin de mettre en place également les mesures de seconde priorité, un montant supplémentaire de 800'000 frs doit être compté. Les mesures proposées peuvent toutefois être réalisées indépendamment les unes des autres.

#### 4.5.3. Mesures de gestion

Des améliorations du substrat pour le frai sont surtout possibles dans le Chandon. Là, un rétrécissement du chenal d'écoulement permettrait une augmentation de la force tractrice, qui supprimerait l'ensablement des tronçons de lit avec gravier. Dans les autres cours d'eau, une amélioration du substrat pour le frai n'est, à notre avis, quasiment pas possible. D'une part, les pentes des cours d'eau du plateau sont très faibles et d'autre part, les crues s'y révèlent être les forces déterminantes.

Nous proposons des mesures de gestion ciblées pour favoriser les populations de truites de lac. Ces mesures intègrent la capture de reproducteurs et l'introduction d'oeufs fécondés dans des boîtes "Viberi" placées dans divers cours d'eau. Des essais ont été

conduits par la société vaudoise des pêcheurs dans des affluents de la Broye à Corcelles et à Payerne. Dans le Chandon, une frayère a été construite artificiellement en 1994/1995, 300 m en amont de l'embouchure (coordonnées 570930/194800). A cause de la trop faible profondeur de l'eau, elle n'a pratiquement pas pu être utilisée. De plus, la relativement faible vitesse du courant a permis un ensablement, resp. un colmatage rapide du lit artificiel de gravier. A notre avis, l'aménagement de la frayère aurait dû être accompagné d'un rétrécissement du chenal d'écoulement (lit mineur).

Les truites de lac seront ainsi marquées par l'empreinte chimique du cours d'eau de leur naissance, peut-être déjà en tant qu'embryons, en tout cas au stade d'alevins.

L'introduction d'oeufs dans les boîtes "Vibert" est faite en particulier dans les cours d'eau qui seront (re)mis en valeur par des mesures pour les truites de lac. Cela concerne la Lembe et la Mérine.

La réintroduction de truites de lac, resp. la reconstitution d'une population qui se reproduit dans un cours d'eau dure plusieurs années. Elle ne peut être considérée comme réussie que lorsque la génération suivant celle issue des oeufs introduits aura elle-même frayé avec succès. Afin de pouvoir évaluer le succès de ces mesures, des méthodes de contrôle (mesures de construction, marquages, pêche électrique) doivent être planifiées à l'avance, au stade de la réalisation des mesures de gestion.

## 5. AUTRES ÉTUDES

La "Société vaudoise des pêcheurs en rivières (SVPR)" procède actuellement à une campagne de revitalisation des cours d'eau du canton de Vaud. Une partie des cours d'eau a également été cartographiée. Les paramètres relevés sont: l'état du lit, les rejets d'eaux usées, les chutes, l'état des rives et la faune aquatique. L'association fribourgeoise des sociétés de pêche veut également participer à la cartographie dans la Broye inférieure. Les premiers résultats sont attendus en automne 1998.

Sous la direction du Dr. F. Noël, l'office de la protection de l'environnement du canton de Fribourg a cartographié l'aspect écomorphologique du Chandon, dans le cadre d'une étude pilote. Les résultats peuvent être consultés à l'OPEN.

## 6. RÉFÉRENCES

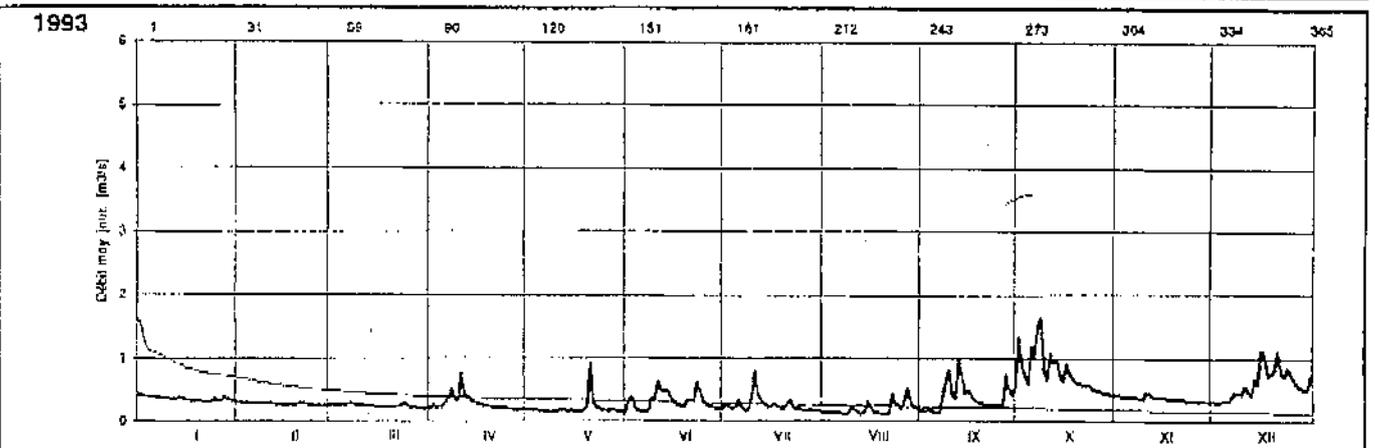
- DVWK: Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Bonn, 1996.  
Zaugg, B., Pedroli, J.-C. & Stirnimann, P.: La Lembaz. Réfection & renaturation d'un affluent de la Broye. Rapport technique, schémas d'intention & estimation des coûts. mars 1993.

## **7. ANNEXES**

### **7.1 Mesures de débit du Chandon 1993 - 1995**

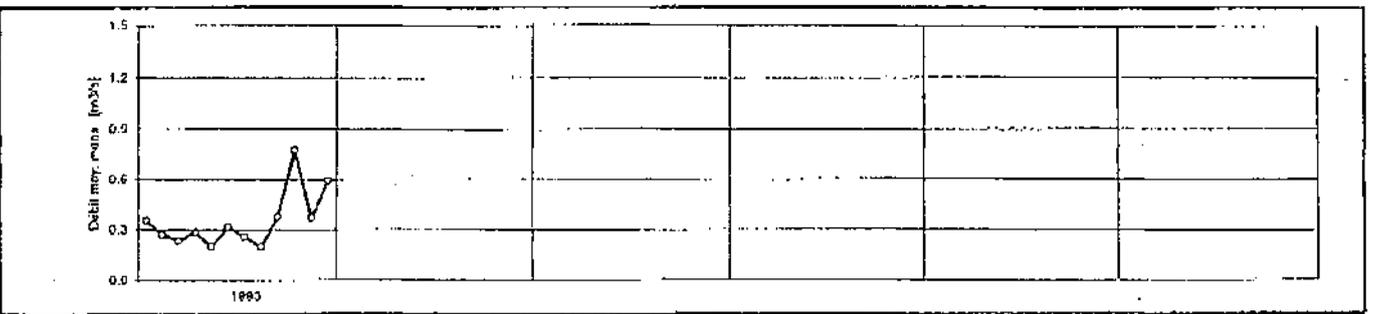
Débit	Station: CHANDON		Code: CHD	
Station	Coordonnées	57°47'0" / 104°59'	Systeme versant	
Altitude	472 m a.m.		Surface Glacière	38.6 km <sup>2</sup> 0 %

1993	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
1	0.417	0.303	0.243	0.199	0.192	0.129	0.197	0.145	0.178	0.558	0.413	0.310	1
2	0.412	0.297	0.240	0.249	0.188	0.354	0.290	0.141	0.184	1.33	0.406	0.305	2
3	0.407	0.242	0.267	0.218	0.180	0.367	0.232	0.136	0.159	0.905	0.398	0.305	3
4	0.401	0.293	0.257	0.231	0.171	0.215	0.189	0.151	0.196	0.589	0.393	0.303	4
5	0.906	0.387	0.242	0.218	0.168	0.179	0.202	0.142	0.148	0.536	0.369	0.328	5
Moyenne journalière	0.391	0.283	0.251	0.302	0.166	0.152	0.353	0.131	0.141	1.14	0.387	0.311	6
7	0.385	0.285	0.272	0.368	0.160	0.152	0.207	0.122	0.143	1.04	0.301	0.372	7
8	0.380	0.279	0.270	0.392	0.157	0.152	0.179	0.120	0.286	1.56	0.374	0.453	8
9	0.374	0.274	0.251	0.357	0.155	0.367	0.167	0.115	0.632	1.63	0.365	0.461	9
10	0.359	0.278	0.242	0.314	0.160	0.345	0.402	0.235	0.819	0.822	0.357	0.422	10
11	0.354	0.275	0.230	0.755	0.155	0.601	0.781	0.188	0.418	0.672	0.474	0.560	11
12	0.358	0.267	0.236	0.429	0.201	0.502	0.401	0.130	0.363	1.07	0.435	0.451	12
13	0.355	0.266	0.228	0.373	0.170	0.477	0.309	0.171	0.990	0.949	0.390	0.409	13
14	0.383	0.263	0.231	0.347	0.159	0.509	0.273	0.192	0.730	0.993	0.380	0.677	14
15	0.358	0.258	0.229	0.298	0.173	0.372	0.246	0.258	0.441	0.708	0.356	0.585	15
16	0.345	0.258	0.227	0.790	0.150	0.303	0.230	0.207	0.501	0.628	0.386	1.11	16
17	0.338	0.264	0.225	0.270	0.145	0.267	0.287	0.149	0.410	0.618	0.373	1.07	17
18	0.329	0.260	0.220	0.296	0.162	0.243	0.228	0.141	0.349	0.759	0.384	0.710	18
19	0.326	0.255	0.224	0.249	0.179	0.218	0.212	0.128	0.309	0.872	0.358	0.737	19
20	0.317	0.272	0.215	0.233	0.223	0.354	0.201	0.115	0.284	0.621	0.346	0.828	20
21	0.311	0.290	0.213	0.224	0.314	0.316	0.273	0.160	0.772	0.589	0.344	1.10	21
22	0.307	0.276	0.237	0.219	0.287	0.327	0.345	0.115	0.276	0.586	0.347	0.783	22
23	0.307	0.255	0.226	0.213	0.218	0.408	0.218	0.434	0.273	0.564	0.338	0.714	23
24	0.335	0.235	0.204	0.297	0.188	0.460	0.198	0.283	0.271	0.551	0.331	0.847	24
25	0.357	0.242	0.242	0.204	0.174	0.311	0.208	0.263	0.276	0.522	0.332	0.719	25
26	0.311	0.245	0.225	0.198	0.161	0.283	0.178	0.187	0.262	0.488	0.326	0.621	26
27	0.318	0.241	0.214	0.196	0.158	0.239	0.187	0.250	0.244	0.483	0.322	0.557	27
28	0.300	0.241	0.205	0.194	0.178	0.223	0.186	0.821	0.720	0.481	0.317	0.519	28
29	0.350	0.201	0.186	0.185	0.163	0.259	0.160	0.286	0.400	0.446	0.310	0.487	29
30	0.338	0.209	0.185	0.185	0.140	0.270	0.152	0.236	0.413	0.435	0.303	0.512	30
31	0.314	0.194	0.194	0.194	0.138	0.189	0.202	0.202	0.413	0.422	0.303	0.794	31
Moyenne mensuelle	0.355	0.270	0.235	0.292	0.166	0.316	0.256	0.166	0.375	0.771	0.368	0.589	m <sup>3</sup> /s
Maximum pointe	0.518	0.352	0.343	1.73	2.28	5.55	1.87	1.02	2.45	4.78	0.855	2.22	m <sup>3</sup> /s
Date	26	11	24	11	21	9	5	10	13	8	11	21	Jour
Moyenne annuelle	0.352 m <sup>3</sup> /s												



Période	1993 - 1993 (1 années)													
Moy. mensuelle	0.363	0.270	0.215	0.283	0.198	0.315	0.256	0.196	0.375	0.771	0.348	0.589	m <sup>3</sup> /s	
Pointe	0.518	0.352	0.343	1.73	2.28	5.55	1.87	1.02	2.45	4.78	0.855	2.22	m <sup>3</sup> /s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m <sup>3</sup> /s	
Min. moyenne jour.	0.305	0.238	0.194	0.185	0.138	0.128	0.152	0.108	0.141	0.422	0.303	0.303	m <sup>3</sup> /s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m <sup>3</sup> /s	
Max. moyenne jour.	0.417	0.363	0.304	0.755	0.814	0.633	0.791	0.521	0.990	1.63	0.474	1.11	m <sup>3</sup> /s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m <sup>3</sup> /s	
Module annuel maximum	0.352 ( 1993 ) m <sup>3</sup> /s			Module interannuel				0.352 m <sup>3</sup> /s			Module annuel minimum		0.352 ( 1993 ) m <sup>3</sup> /s	

Valeurs classées (valeurs affectées ou dépassées en moyenne pendant x jours par année)													
Jours	3	5	10	20	30	50	70	100	150	200	250	300	
1993	1.33	1.04	0.822	0.502	0.396	0.345	0.290	0.246	0.192	0.159	0.141	0.131	m <sup>3</sup> /s
1993-1993	1.33	1.04	0.822	0.502	0.396	0.345	0.290	0.246	0.192	0.159	0.141	0.131	m <sup>3</sup> /s

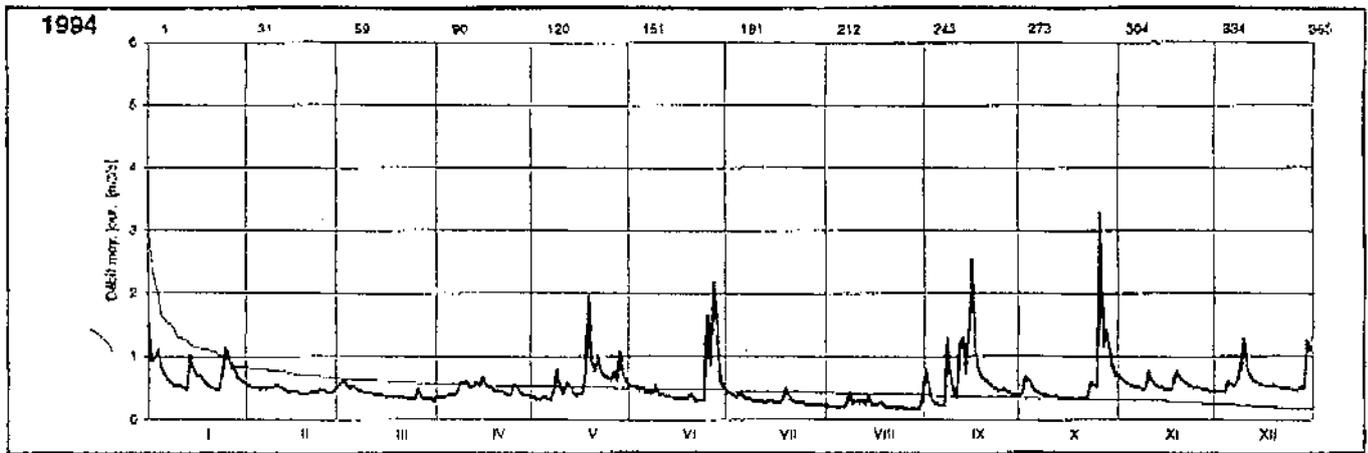


Remarques

SEPE AIC - Anthony V1.23

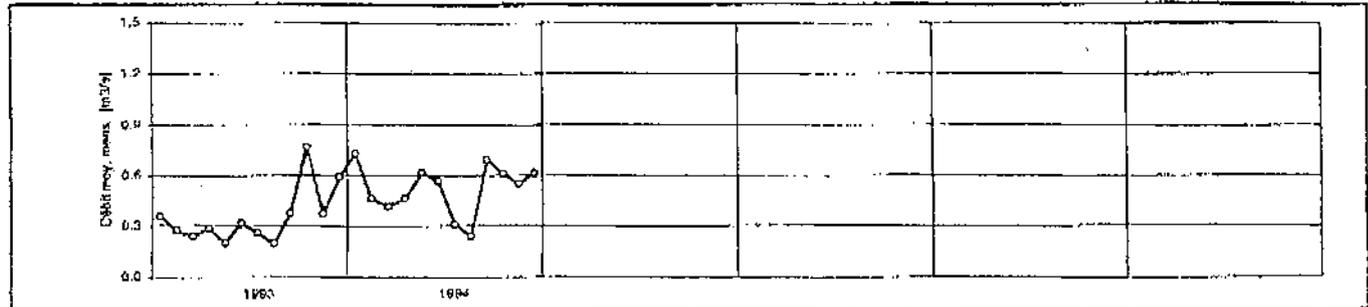
**Débit** Station: **CHANDON** Code: **CHD**  
 Station Coordonnées: 57°27' / 1°44' 650 Altitude: 432 m.a.s.l.  
 Bassin-versant: Surface: 36.6 km<sup>2</sup> Bâchés: 0 %  
**Beilage 1**

1994	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	1.50	0.543	0.503	0.371	0.348	0.540	0.445	0.221	0.806	0.391	0.859	0.447
2	0.927	0.520	0.500	0.353	0.333	0.544	0.412	0.224	0.824	0.414	0.640	0.438
3	0.975	0.608	0.624	0.343	0.324	0.545	0.391	0.210	0.920	0.683	0.590	0.439
4	1.11	0.493	0.542	0.370	0.350	0.474	0.367	0.201	0.827	0.688	0.561	0.427
5	0.831	0.465	0.439	0.382	0.348	0.513	0.445	0.104	0.240	0.613	0.637	0.607
6	0.721	0.508	0.527	0.359	0.320	0.440	0.390	0.185	0.232	0.458	0.619	0.545
7	0.632	0.473	0.483	0.414	0.315	0.428	0.334	0.255	0.219	0.425	0.505	0.514
8	0.561	0.510	0.460	0.570	0.487	0.405	0.393	0.429	1.29	0.494	0.480	0.642
9	0.543	0.503	0.442	0.577	0.805	0.529	0.312	0.264	0.718	0.388	0.461	0.835
10	0.528	0.637	0.494	0.611	0.472	0.404	0.300	0.308	0.419	0.374	0.774	1.28
11	0.524	0.514	0.419	0.489	0.399	0.384	0.295	0.273	0.339	0.323	0.629	0.789
12	0.490	0.482	0.412	0.519	0.562	0.381	0.282	0.320	1.18	0.359	0.559	0.687
13	0.474	0.459	0.409	0.696	0.547	0.368	0.270	0.249	1.50	0.351	0.525	0.629
14	1.02	0.434	0.388	0.531	0.435	0.353	0.325	0.384	0.740	0.344	0.504	0.596
15	0.803	0.426	0.379	0.684	0.379	0.340	0.267	0.238	1.58	0.340	0.488	0.870
16	0.602	0.428	0.375	0.602	0.394	0.339	0.283	0.220	2.54	0.336	0.476	0.648
17	0.709	0.417	0.357	0.511	0.401	0.330	0.288	0.249	1.16	0.334	0.465	0.591
18	0.619	0.404	0.370	0.497	0.784	0.324	0.309	0.284	0.812	0.329	0.655	0.522
19	0.586	0.391	0.359	0.446	1.06	0.347	0.485	0.214	0.693	0.328	0.708	0.558
20	0.522	0.404	0.363	0.437	0.814	0.400	0.338	0.201	0.839	0.324	0.657	0.529
21	0.496	0.431	0.355	0.447	0.783	0.325	0.300	0.193	0.611	0.321	0.603	0.614
22	0.475	0.414	0.346	0.409	0.891	0.307	0.277	0.189	0.539	0.319	0.564	0.508
23	0.473	0.428	0.341	0.389	0.759	0.299	0.270	0.186	0.563	0.319	0.540	0.495
24	0.684	0.485	0.339	0.371	0.703	0.299	0.260	0.192	0.480	0.307	0.518	0.489
25	1.12	0.452	0.339	0.551	0.664	1.64	0.262	0.188	0.452	0.311	0.504	0.479
26	1.07	0.426	0.489	0.510	0.636	0.888	0.236	0.176	0.482	0.29	0.495	0.473
27	0.828	0.414	0.346	0.423	0.784	2.18	0.227	0.172	0.456	1.15	0.482	0.471
28	0.805	0.464	0.326	0.390	0.623	1.81	0.227	0.187	0.426	1.43	0.469	0.530
29	0.664	0.329	0.378	0.378	1.07	0.621	0.229	0.164	0.410	1.11	0.488	0.494
30	0.617	0.317	0.365	0.365	0.798	0.402	0.235	0.169	0.400	0.936	0.464	1.25
31	0.579	0.310	0.309	0.603	0.603	0.419	0.227	0.179	0.419	0.718	0.464	1.10
Moyenne mensuelle	0.729	0.462	0.412	0.462	0.617	0.585	0.308	0.237	0.823	0.610	0.553	0.611
Maximum (pointe)	2.43	0.645	0.861	1.03	3.82	12.6	1.54	1.58	9.22	9.17	1.20	2.47
Date	1	28	2	25	19	25	19	31	22	26	18	8
Moyenne annuelle	0.522 m <sup>3</sup> /s											



Période	1993 - 1994 (2 années)											
Moy. mensuelle	0.542	0.360	0.324	0.373	0.407	0.440	0.282	0.217	0.534	0.690	0.481	0.600
Pointe	2.63	0.445	0.861	1.73	3.82	12.6	1.67	1.58	9.22	9.17	1.20	2.47
Année	1994	1994	1994	1993	1994	1994	1993	1994	1994	1994	1994	1994
Min. moyenne jour.	0.305	0.239	0.194	0.165	0.138	0.129	0.152	0.106	0.141	0.310	0.303	0.503
Année	1893	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1994	1993	1993
Max. moyenne jour.	1.50	0.543	0.624	0.755	1.06	2.18	0.791	0.521	2.54	3.29	0.774	1.28
Année	1994	1994	1994	1993	1994	1994	1993	1993	1994	1994	1994	1994
Module annuel maximum	0.522 ( 1994 ) m <sup>3</sup> /s											
Module interannuel	0.437 m <sup>3</sup> /s											
Module annuel minimum	0.362 ( 1993 ) m <sup>3</sup> /s											

Valeurs classées (valeurs atteintes ou dépassées en moyenne pendant x jours par année)												
Jours	3	9	18	65	91	137	182	228	309	329	347	356
1994	2.18	1.43	1.11	0.687	0.585	0.511	0.465	0.400	0.324	0.267	0.221	0.194
1993-1994	1.83	1.18	0.870	0.621	0.519	0.435	0.373	0.322	0.227	0.190	0.159	0.145



Remarques

## **7.2      Protocoles des relevés de pêche du 3.12.97 (Abfischungsprotokolle)**







**PRONAT**

**Büro für  
Umweltfragen**

**Bureau  
d'études en  
environnement**

## **Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten der Seeforelle des Murtensees**

Bericht



**PRONAT CONSEILS SA**  
Kreuzmattstrasse 56  
3185 Schmittlen  
Tel. 026/497 91 30  
Fax. 026/497 91 33  
EMail pronat@sesamnet.ch

**Juli 1998**

972302

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Perimeter und vorgehen.....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Kriterien für die Studie.....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Resultate.....</b>	<b>7</b>
4.1.	Umfragen.....	7
4.2.	Gewässerabschreitungen.....	7
4.3.	Abfischungen.....	8
4.4.	Gewässerklassierung.....	8
4.5.	Massnahmenvorschläge.....	9
<b>5.</b>	<b>Andere Studien.....</b>	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b>Referenzen.....</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>Beilagen.....</b>	<b>27</b>
7.1.	Wasserabflussmessungen Chandon 1993 - 1995	
7.2.	Abfischungsprotokolle vom 3.12.97	

Foto auf dem Titelblatt: Die bei Niederwasser ca. 1.5 m hohe Schwelle in der Broye kann von der Seeforelle nicht überwunden werden. Bei Hochwasser ist sie jedoch fischgängig. Das belegen flussaufwärts nachgewiesene Laichgruben. Rechtsufrig existieren noch Reste einer alten Fischtreppe.

Neben den Umfragen bei den kantonalen Fischereidiensten (Dr. Jean-Daniel Wicky, Freiburg und Dr. Bernard Büttiker, Waadt) wurden die zuständigen Fischereiaufseher Elmar Bürgy (FR), Raymond Ducret und Gilbert Land (beide VD) befragt.

Weitere Angaben erhielten wir von Herrn Pierre-André Légeret, der im Auftrag der "Société vaudoise de la pêche en rivières" das Revitalisierungsprogramm koordiniert. Herr Pascal Dutoit, Avenches lieferte uns gesicherte Angaben über Seeforellennachweise und Laichgruben im Chandon.

Dank auch an den Berufsfischer Pierre Schär, der uns Boot und Netze für die Abfischung im Murtensee zur Verfügung stellte und zusammen mit Elmar Bürgy und dem Fischereiaufseher André Fragniere mithalf. Unser Dank gilt auch Herrn Jean-Marc Singy vom Kantonsforstamt,, der uns digitale Datengrundlagen für die Studie zur Verfügung stellte.

Für die PRONAT CONSEILS SA

Dr. A. Zurwerra

## 1. EINLEITUNG

Das Mandat wurde am 22. August 1997 durch die interkantonale Kommission für die Fischerei im Murtensee an das Büro PRONAT Conseils SA erteilt.

In Zusammenarbeit mit dem Fischereibiologen P. Büsser galt es die wichtigsten Zuflüsse des Murtensees und der unteren Broye im Hinblick auf die Aufstiegsmöglichkeiten und Laichplätze für die Seeforelle (*Salmo trutta f. lacustris*) zu untersuchen.

Die zur Verfügung stehenden Daten wurden durch eigene Felduntersuchungen ergänzt, um anschliessend die Auswahl der Gewässer zu treffen, in denen aufgrund des Potentials Aufwertungsmassnahmen zur Verbesserung der Aufwanderung und der Naturverlächung vorgeschlagen wurden.

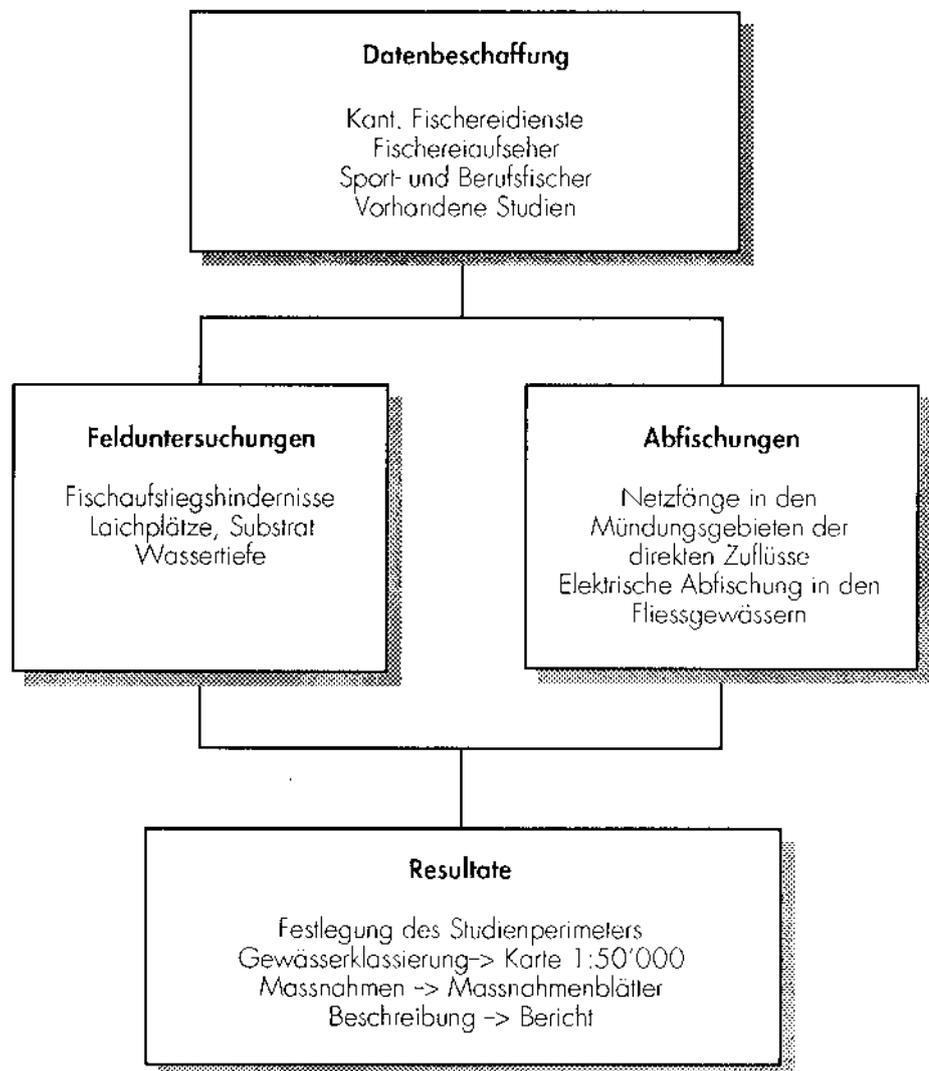
## 2. PERIMETER UND VORGEHEN

Der Untersuchungsperimeter ist auf Karte 1 dargestellt.

Der ursprünglich festgelegte Perimeter "Untere Broye" wurde im Laufe der Untersuchung aufgrund der Untersuchungsergebnisse gemeinsam mit den Fischereiverantwortlichen der beiden Kantone festgelegt.

Er enthält alle direkten Zuflüsse des Murtensees mit ihren Seitengewässern mit Ausnahme des Broye-Kanals. In der Broye selbst wurde der Perimeter bis zu den natürlichen Aufstiegshindernissen oberhalb Moudon ausgeweitet.

Figur 2.1 Vorgehen.



## **Datenbeschaffung und Beschreibung des heutigen Zustandes**

Der heutige Zustand wurde aufgrund der vorhandenen Daten sowie der Angaben der Fischereidienste und Fischereiaufseher erfasst. Ergänzend wurden bei der Abschreibung einzelner Gewässer Aufstiegshindernisse sowie wichtige Angaben für die Laichplätze der Seeforelle erfasst.

## **Auswertung**

Die Auswertung der Daten erlaubte:

- Die Festlegung des definitiven Studienperimeters.
- Die Auswahl der Gewässerabschnitte, in denen Verbesserungen zugunsten der Seeforelle sinnvoll sind.
- Die Erarbeitung von Aufwertungsmassnahmen.

### 3. KRITERIEN FÜR DIE STUDIE

Seeforellen benötigen zur Ermöglichung des Aufstiegs aus dem See in ein Fließgewässer eine gewisse Wassertiefe im Fließgewässer; diese wird gemäss eigenen Beobachtungen sowie jenen von Herrn Légeret auf ca. 30 cm angesetzt. Im Idealfall ist diese Wassertiefe in der Hauptaufstiegszeit (Oktober bis Dezember) auch bei Niederwasserabflüssen gewährleistet; in einigen Gewässern wird sie nur gelegentlich als Folge von Niederschlagsereignissen erreicht.

Vom Aufstieg an bis zum Abstieg verbleibt die Seeforelle mehrere Wochen im Fließgewässer. In dieser Zeit benötigt sie als Lebensraum Gewässerabschnitte mit stets genügend Wassertiefe. In vielen Fließgewässern trifft eine aufsteigende Seeforelle auf Aufstiegshindernisse. Diese können in Form von zu flachen Mündungsbereichen (in den See oder in andere Fließgewässer), als flache Gewässerabschnitte, als Schnellen (Riffles) oder künstliche sowie natürliche Abstürze vorhanden sein. Einige dieser Hindernisse sind zwar bei Niederwasserbedingungen unüberwindbar, können aber dank höheren Wasserführungen zeitweise noch gemeistert werden; einige sind definitive Aufstiegshindernisse.

Zum Laichen benötigt die Seeforelle ein mittel- bis grobkiesiges Sohlensubstrat in Wassertiefen von ca. 30 cm und mehr. Die Fließgeschwindigkeit liegt im Idealfall zwischen 40 und 70 cm/s (also etwas gröberes Substrat und höhere Fließgeschwindigkeiten als bei der Bachforelle). Der Laichakt kann mehrere Tage andauern; die bevorzugten Verhältnisse müssen also auch bei Niederwasserbedingungen gewährleistet sein.

In Tabellen 3.1 und 3.2 sind die wichtigsten Kriterien zusammengefasst.

Tabelle 3.1 Klassierung der Gewässerabschnitte.

Klasse	Aufstieg	Laichmöglichkeiten	Wassertiefe/Sohlensubstrat
1 dunkelblau	überall und immer möglich	zumindest stellenweise vorhanden	stets genügende Wassertiefe zum Aufstieg und Laichen sowie auch stellenweise geeignetes Laichsubstrat vorhanden
3 hellblau gepunktet	überall und immer möglich	keine	stets genügende Wassertiefe zum Aufstieg vorhanden; Sohle aber überall versandet oder felsig/blockig
5 gelb	temporär, nur bei Hochwasser möglich	evt. vorhanden, aber nicht nutzbar	genügende Wassertiefe zum Aufstieg nur bei Hochwasser vorhanden; evt. vorhandene Laichsubstrate in zu geringer Wassertiefe

Auf der Karte 1 werden längere Gewässerabschnitte, deren Verhältnisse kleinräumig zwischen der Klasse 1 und 3 variieren, schematisch hellgrün dargestellt; entsprechend dazu findet sich auch eine Klasse orange als Übergang von der Klasse 3 und 5 (siehe Tabelle 4.1).

Tabelle 3.2 Einteilung der Aufstiegshindernisse.

Aufstiegshindernis	Charakteristik
Temporär seeforellengängig	Mehr oder weniger lange Gewässerabschnitte, die in der Hauptaufstiegszeit normalerweise zu geringe Wassertiefen aufweisen. Im weiteren sind dies Wehre und Schwellen, die bei erhöhtem Abfluss durch Niederschläge eine Absturzhöhe < 70 cm und eine genügende Kolkentiefe aufweisen. Diese sollte ca. das 1.5-fache der Absturzhöhe betragen.
Unüberwindbar	Es sind dies Wehre und Schwellen, die - stets eine Absturzhöhe > 1 m aufweisen und/oder - keinen Kolk unterhalb des Absturzes aufweisen und/oder - stets eine zu geringe Kolkentiefe aufweisen und/oder - unterhalb der Überfallkante einen über den Kolk ragenden Fallboden aufweisen.

## 4. RESULTATE

### 4.1. Umfragen

Neben den Umfragen bei den kantonalen Fischereidiensten (Dr. Jean-Daniel Wicky, Freiburg und Dr. Bernard Bütiker, Waadt) wurden die zuständigen Fischereiaufseher Elmar Bürgy (FR), Raymond Ducret und Gilbert Lang (beide VD) befragt. Weitere Angaben erhielten wir von Herrn Pierre-André Légeret, der das Revitalisierungsprogramm der Waadtländer Fischereigesellschaft der Fliessgewässerfischer koordiniert. Herr Pascal Dutoit, Avenches lieferte uns gesicherte Angaben über Seeforellennachweise und Laichgruben im Chandon.

Herr Gilbert Lang führt seit Jahren den Seeforellen-Laichfischgang in der Broye in Moudon aus. In einem alten Fischpass beim unteren der beiden temporären Fischaufstiegshindernisse oberhalb von Moudon (siehe Karte 1) wurde zu diesem Zweck eine Reuse eingebaut. 1993 konnten dort 21 Seeforellenweibchen gefangen werden (bestes Ergebnis seit 1985).

Dass die oberliegende Schwelle trotz ihrer respektablem Höhe (siehe Titelbild) und defektem Fischpass ebenfalls nur ein temporäres Aufstiegshindernis ist, zeigen flussaufwärtige Seeforellen-Laichgruben (Beobachtungen durch Herrn G. Lang).

Aus den Umfragen erhielten wir Hinweise auf Seeforellenaufstiege in die Broye, den Chandon, die Arbogne, den Bioleyre und die Lembe. Für die anderen (kleinen) direkten Zuflüsse zum Murtensee sowie zu den Seitengewässern der grösseren Zuflüsse konnten keine gesicherten Angaben ausfindig gemacht werden.

### 4.2. Gewässerabschreitungen

Alle nicht-seeforellengängigen Aufstiegshindernisse (Kriterien siehe Tabelle 3.2) im Untersuchungsperimeter wurden photographiert. Die genaue Lage ist aus der Karte ersichtlich.

Während den Gewässerabschreitungen wurden die Gewässerabschnitte gemäss den in Tabellen 3.1 und 3.2 angegebenen Seeforellen-Kriterien beurteilt. Bewertet wurde die erforderliche Wassertiefe und das Vorhandensein des erforderlichen Laichsubstrates.

### 4.3. Abfischungen

Bei vielen Zuflüssen des Murtensees erwies sich anlässlich der Begehungen im November und Dezember schon die Mündungsstelle als problematisch. Bei Niederwasserstand wird die erforderliche Wassertiefe für die Seeforellen nicht erreicht. Um festzustellen, ob bei solchen kritischen Gewässern, wie dem Chandon oder dem Löwenbergbach, überhaupt aufstiegswillige Seeforellen vorhanden sind, wurden am 2. Dezember zwei Grundnetze (50/60 mm) ausgelegt, welche am Folgetag gehoben wurden. Das positive Ergebnis mit dem Fang von 6 Seeforellen (davon 4 Weibchen mit Längen zwischen 64 - 74 cm) am Chandon zeigt, dass hier aufstiegswillige Seeforellen vergeblich versucht hatten, die Laichplätze im Chandon zu erreichen. Drei der vier Weibchen konnten nur tot aus dem Netz gezogen werden. Bestimmt wurde mittels Schuppenproben das Alter (4, 5 und 7 Jahre), das Gesamtgewicht (3.2, 3.2 und 4.3 kg) sowie die Eimasse (0.75, 0.66 und 1.35 kg). Die Eier von allen drei Tieren zeigten bereits die typische Verfärbung, welche bei der Resorption der Eimassen auftritt.

Um allfällige Aufstiege auch für die kleineren Gewässer zu überprüfen wurden diese nach den ersten Niederschlägen zw. Weihnachten und Neujahr 1997 nach der lange vorher andauernden Trockenperiode elektisch abgefischt. Im Löwenbergbach, im Prehl- und Mühlebach sowie in beiden Armen des Le Dy konnten keine Seeforellen oder Laichgruben nachgewiesen werden.

Die Bewilligungen für die Abfischungen wurden bei beiden Konkordatskantonen eingeholt. Die Ergebnisse der Abfischungen sind in Beilage 2 protokolliert.

### 4.4. Gewässerklassierung

Aufgrund der Kriterien von Kap. 3 wurden alle Gewässer im Untersuchungsperimeter klassiert und entsprechend ihrer Eignung mit Farben auf der Karte dargestellt. Vereinfacht wurden folgende Klassierungen vorgenommen:

**Tabelle 4.1 Klassierung der Gewässer(abschnitte).**

Klasse	Charakteristik
1 dunkelblau	Zum Aufstieg immer und zum Laichen stellenweise geeignet
2 hellblau	Streckenabschnitte mit wechselnden Bedingungen zw. der Klasse 1 und 3
3 hellblau gepunktet	Zum Aufstieg immer geeignet; zum Laichen ungeeignet
4 gelb gepunktet	Streckenabschnitte mit wechselnden Bedingungen zw. der Klasse 3 und 5
5 gelb	Zum Aufstieg nur bei Hochwasser geeignet; Laichmöglichkeiten evtl. vorhanden, aber nicht nutzbar

Von den direkten Zuflüssen zum Murtensee (siehe Karte 1) ist nur die Broye aufgrund ihrer grossen Wassertiefe im Unterlauf stets für Seeforellen erreichbar. Der Einstieg in den Chandon und den Forelbach ist im Mündungsbereich kritisch; diese Bäche sind nur solange erreichbar, als einerseits der Seespiegel des Murtensees noch genug hoch ist und/oder andererseits Niederschläge den Abfluss der Bäche erhöhen. Die weiteren kleinen Zuflüsse zum Murtensee sind als Aufstiegsgewässer ungeeignet. Sie weisen generell eine deutlich ungenügende Wassertiefe (oft nur wenige cm) sowie für Seeforellen allgemein ungünstige Substratverhältnisse auf.

Von den Seitengewässern der Broye kommen nur die Petite Glâne, die Arbogne, der Bioleyre, die Lembe, die Cérjaule, die Mérine, die Bressonne und der Carrouge aufgrund genügender Wassertiefe (zumindest stellenweise) und geeigneter Substratverhältnisse als Aufstiegsgewässer in Frage. In den anderen Seitengewässern sind die Wassertiefen zu gering.

## 4.5. Massnahmenvorschläge

Zur Verbesserung der Aufstiegsbedingungen und Laichmöglichkeiten sind Bau- und Bewirtschaftungsmassnahmen notwendig.

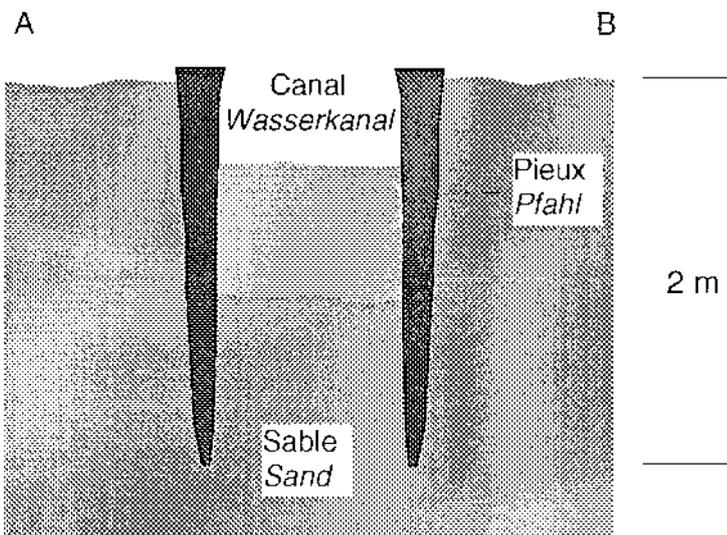
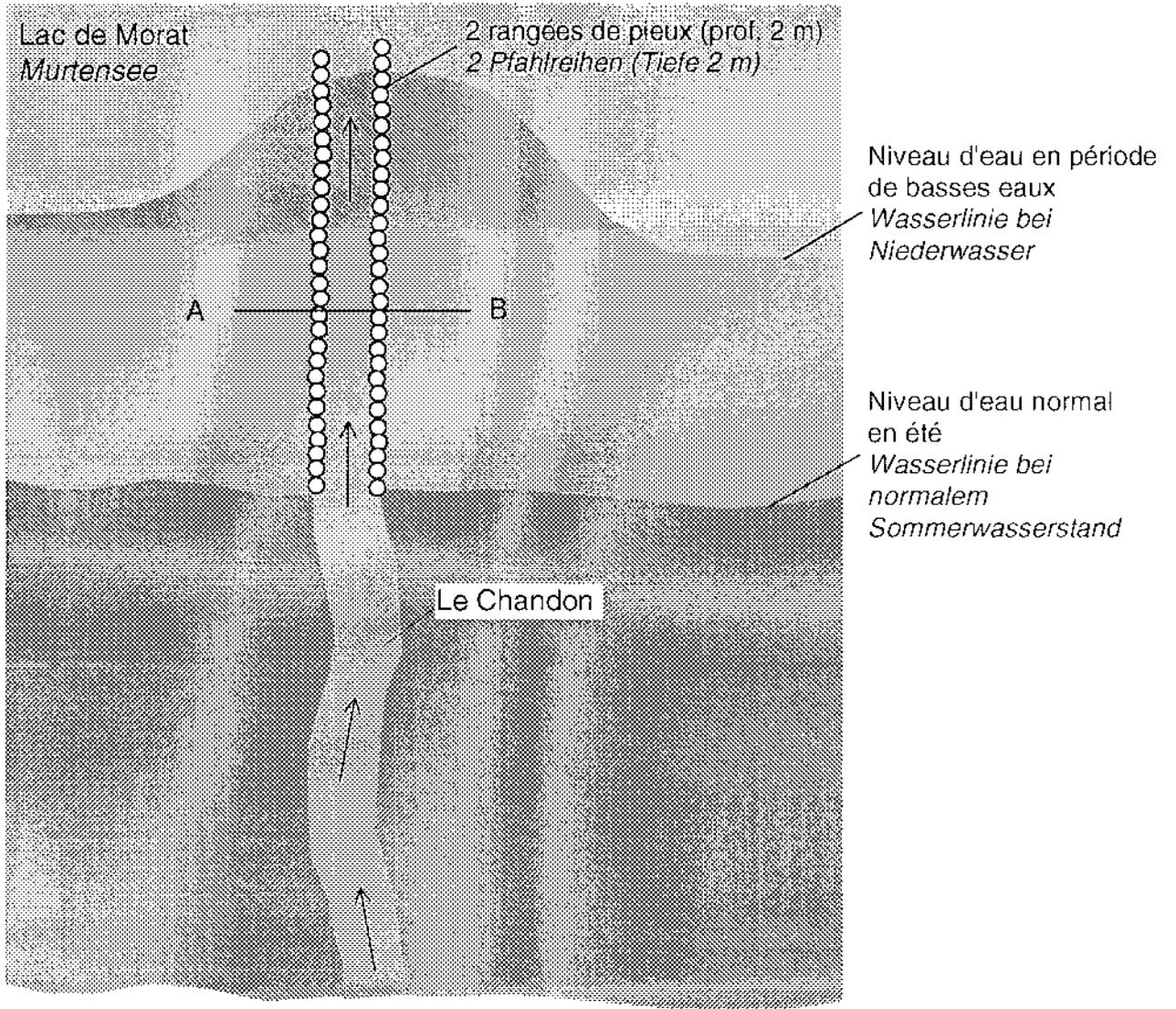
### 4.5.1. Bauliche Massnahmen

- Entfernung Aufstiegshindernis
- Umgehung Aufstiegshindernis
- Umgestaltung des Mündungsgebietes

Einzelheiten sind in den nachfolgenden Massnahmenblättern dargestellt.

<b>Chandon</b>		Massnahme
<b>Mündungsgestaltung zur Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten</b>		<b>M 1</b>
Mündungsgebiet		<b>1. Priorität</b>
<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	<p>Art des Defizites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis • Ungenügende Wassertiefe</li> </ul>	
Aktuelle Situation	<p>Der Chandon durchquert als natürlicher Bach unterhalb der Strasse Faoug - Salavaux ein flaches Waldstück; mitgeführte Sandfrachten werden auf einem Delta abgelagert. Infolge der künstlichen Seeabsenkung im Herbst (unter das Niveau der Delta-Oberfläche) ergeben sich bei Niederwasser auf dem Delta ungenügende Wassertiefen für den Seeforellenaufstieg (siehe Ergebnisse der Netzfänge vor der Mündung). Der Aufstieg bei Hochwassersituationen ist jedoch nachgewiesen; Seeforellen und ihre Laichgruben können jedes Jahr in der Bachstrecke bei Moulin Neuf beobachtet werden (pers. Mitteilung von P. Dutoit, Avenches).</p>	
Beschreibung der Massnahme	<p>Das Mündungsgebiet des Chandon ist mit ingenieurb biologischen Massnahmen auf einer Strecke von ca. 70 bis 100 m so zu verengen, dass einerseits die Feinsedimente in einer Niederwasserrinne über das Delta hinaus in den See transportiert werden und andererseits gewährleistet wird, dass für den Seeforellenaufstieg stets eine genügende Wassertiefe vorhanden bleibt. Als Alternative zu baulichen Massnahmen bleibt das regelmässige Ausbaggern einer Niederwasserrinne (voraussichtlich alle 2 Jahre).</p>	
Bemerkungen	<p>Künstliche Eingriffe in ein naturnahes Mündungsgebiet sind sicherlich problematisch; hingegen muss berücksichtigt werden, dass dort die Verhältnisse durch eine künstliche Massnahme (Seeabsenkung) verschlechtert werden.</p>	
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	<p>Durch diese Massnahme kann über mehrere Kilometer der stetige Zugang zu Laichgebieten in einem Bach mit unmittelbarem Zufluss zum Murtensee gewährleistet werden. Der Chandon ist heute nebst der Broye der einzige geeignete direkte Zufluss zum Murtensee, der sowohl zum Aufstieg wie auch zum Abbläuen geeignet ist. Im Interesse einer Risiko-Verteilung (Gewässerverschmutzungen, grosse Hochwasser!) sollte diese Möglichkeit als Alternative zur Broye gesichert werden.</p>	
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	<p>M2 (Verengung des Gerinnes zur Erhöhung der Wassertiefe).</p>	
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>		
Baukosten	<p>Variante 1: Setzen von 2 Pfahlreihen. Kosten Fr. 50'000.- für 30 Laufmeter. Variante 2: Ausbaggern einer Niederwasserrinne (Fr. 5000 - 10'000, alle 2 Jahre).</p>	
Unterhaltskosten	<p>Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen (keine zusätzlichen Kosten).</p>	
Vorgehen bei der Umsetzung	<p>Variante 1: Rammen der Pfähle ab Floss oder Boot im Sommer durch spezialisierte Unternehmung Variante 2: Ausbaggern vor Beginn der Hauptaufstiegszeit. Ausarbeitung eines Detailprojektes und eidg. und kant. Subventionierung beantragen.</p>	
Siehe Plan	<p>siehe Beilage M 1.1</p>	
Siehe Foto	<p>1</p>	

# Annexe / Beilage M 1.1



<p><b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b></p> <p>Aktuelle Situation</p> <p>Beschreibung der Massnahme</p> <p>Bemerkungen</p>	<p>Art des Defizites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis</li> <li>• Ungenügende Wassertiefe</li> </ul> <p>Der ca. 300 m lange Gewässerabschnitt unterhalb der Kantonsstrasse Faoug - Salavaux erfüllt die Anforderungen für ein Seeforellen-Laichgebiet nicht (zu geringe Wassertiefe und oft ungeeignetes Substrat).</p> <p>Variante 1:</p> <p>Diese Strecke ist mit ingenieurb biologischen Massnahmen (z.B. mit Hilfe von Faschinen-Buhnen oder mittels Einengung durch Gitterbuschbau auf die Hälfte der heutigen Breite zu reduzieren, dass der Aufstieg für die Seeforelle auch bei Niederwasser ermöglicht wird und durch die erhöhte Schleppkraft die Sohlenstruktur verbessert wird. Bestehende Mäander sind zu erhalten.</p> <p>Variante 2:</p> <p>Schaffung eines Niederwassergerinnes unter Beibehaltung der heutigen Bachbreite. Ev. Verengung des Gerinnes mittels Lahnung in der Bachmitte.</p> <p>Der Chandon ist heute wieder mit Bibern aus der Broye besiedelt. Problematisch erweisen sich die Bauten im Uferbereich, da diese aufgrund der wenig hohen Uferbereiche und der häufigen Überquerung durch Fussgänger einbrechen.</p>
<p><b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b></p> <p><b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b></p>	<p>Durch diese Massnahme werden in Kombination mit der Massnahme M1 die Laichgebiete auf der 300 m langen Strecke in unmittelbarer Nähe zum See erschlossen und der Aufstieg in die oberliegenden Gewässerabschnitte auch bei Niederwasser gesichert.</p> <p>M1 (Mündungsgestaltung zur Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten). Koordination mit Massnahmen zum Schutz für den Biber.</p>
<p><b>KOSTEN UND VORGEHEN</b></p> <p>Baukosten</p> <p>Unterhaltskosten</p> <p>Vorgehen bei der Umsetzung</p> <p>Siehe Plan</p> <p>Siehe Foto</p>	<p>Variante 1: Fr.60'000.- Variante 2: Fr. 30'000.-</p> <p>Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen (keine zusätzlichen Kosten).</p> <p>Ausarbeitung eines Detailprojektes unter der Federführung des Kantons Waadt mit Stellungnahme der zuständigen Amtsstellen. Eidg. und kant. Subventionierung beantragen. Realisierung vor der Hauptaufstiegszeit.</p> <p>Abflussmessungen Chandon (siehe Beilage 7.1)</p> <p>2</p>

**L'Arbogne**  
**Fischgängiger Umbau des Wehrs mit Fallboden**

Massnahme

**M 3**

Corcelles-près-Payerne

**2. Priorität**

<p><b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b></p>	<p>Art des Defizites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis • Ungenügende Wassertiefe</li> </ul>
<p>Aktuelle Situation</p>	<p>In der Dorfmitte unterhalb der Strassenbrücke verhindert eine Schwelle von ca. 40 cm mit anschliessendem Fallboden aus Holz den Aufstieg bei Niederwasser.</p>
<p>Beschreibung der Massnahme</p>	<p>Entfernen des Fallbodens und Ersatz oder Umbau der vorhandenen Schwelle:</p> <p>Variante 1: Schwelle stehen lassen und flussabwärts mit Blockrampe ergänzen.</p> <p>Variante 2: Schwelle entfernen und durch aufgelöste Blockrampe ersetzen.</p> <p>Variante 3: Kronenausschnitt in die bestehende Schwelle einbauen.</p>
<p>Bemerkungen</p>	
<p><b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b></p>	<p>Diese Massnahme ermöglicht den Aufstieg bis zum Wehr der ehemaligen Mühle. Auf einer Länge von ca. 500 m werden weitere Laichgebiete erschlossen. Der effektive Nutzen kann durch die Umsetzung der Massnahme M4 zusätzlich gesteigert werden.</p>
<p><b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b></p>	<p>M4 (Umgehung der 3 m hohen Wehrs durch Umbau des Wasserausleitungskanals).</p>
<p><b>KOSTEN UND VORGEHEN</b></p>	
<p>Baukosten</p>	<p>Variante 1 und 2: Fr. 80'000- 100'000.-          Variante 3: 20'000</p>
<p>Unterhaltskosten</p>	<p>Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen (keine zusätzlichen Kosten).</p>
<p>Vorgehen bei der Umsetzung</p>	<p>Definitive Variantenwahl und Ausarbeitung des Detailprojektes.          Eidg. und kant. Subventionierung beantragen.          Realisierung vor Hauptaufstiegszeit.</p>
<p>Siehe Plan</p>	<p>Prinzip Blockrampe siehe auch Beilage M 4.1</p>
<p>Siehe Foto</p>	<p>3</p>

## Umgehung der 3 m hohen Wehrs durch Umbau des Wasserausleitungskanals

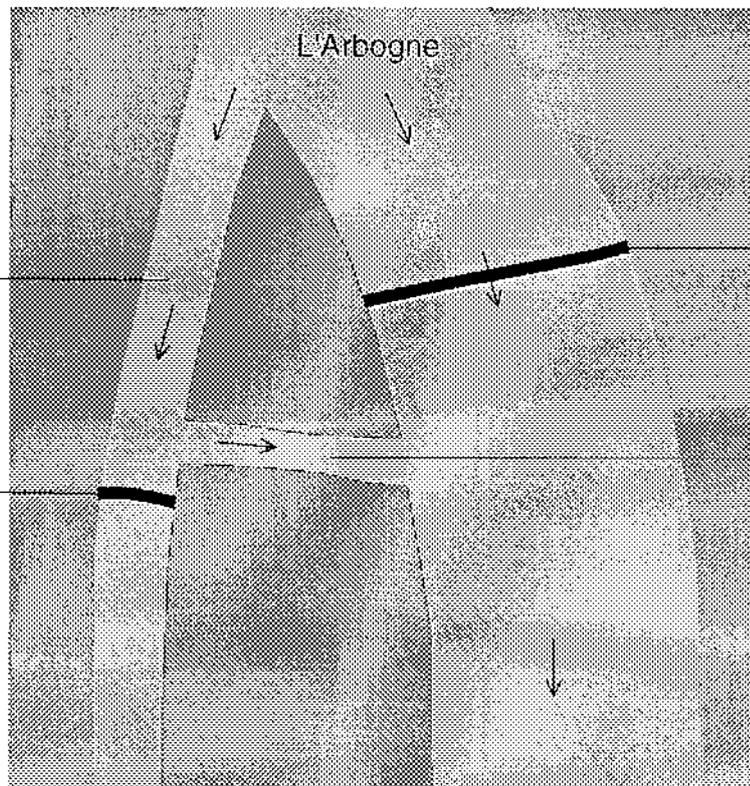
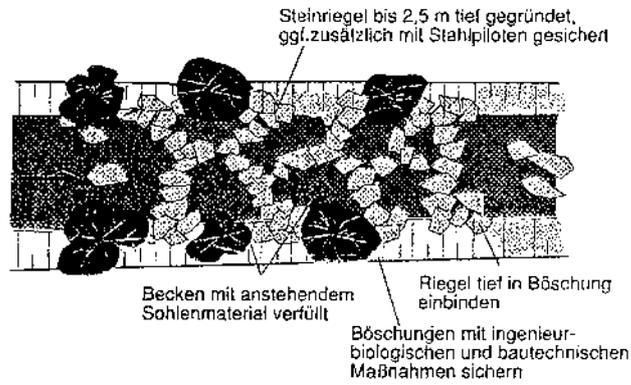
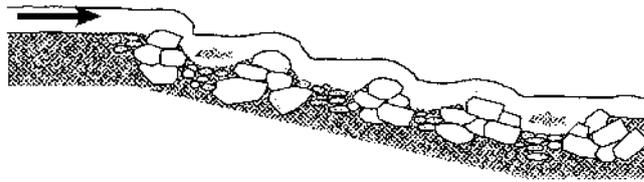
Corcelles-près-Payerne

2. Priorität

<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	Art des Defizites
Aktuelle Situation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unüberwindbares Aufstiegshindernis</li> </ul>
Beschreibung der Massnahme	<p>Die ca. 3 m hohe Schwelle in der Arbogne bei Tours kurz unterhalb des Wasserausleitungskanals der ehemaligen Mühle ist heute für die Seeforelle unüberwindbar.</p> <p>In den Kolk im Vordergrund mündet die Hochwasserentlastung des heute zugeschütteten Oberwasserkanals zur Mühle.</p>
Bemerkungen	Der Umbau der Schwelle ist aus Stabilitätsgründen eher schwierig (Strasse!). Eine Lösung bietet sich durch den Einbezug des damals für die Mühle erstellten Oberwasserkanals, der heute kurz nach der Hochwasserentlastung zugeschüttet ist. Aus dem vor der Schwelle liegendem Kolk könnte ein Fischweg über die Hochwasserentlastung und den Oberwasserkanal gebaut werden.
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	Durch diese Verbesserung werden Laichgebiete in der Arbogne mit ihren Seitengewässern über mehrere Kilometer erschlossen.
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	M3 (Fischgängiger Umbau des Wehrs mit Fallboden).
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>	
Baukosten	Fr. 150'000.-
Unterhaltskosten	Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen; Entfernen von Geschwemmsel (keine zusätzlichen Kosten).
Vorgehen bei der Umsetzung	Ausarbeitung des Detailprojektes. Eidg. und kant. Subventionierung beantragen. Realisierung vor Hauptaufstiegszeit.
Siehe Plan	Beilage M 4.1
Siehe Foto	4 / 5

# Annexe / Beilage M 4.1

aus DVWK (1996)



L'Arbogne à Tours  
(voir photo 4)  
Arbogne bei Tours  
(siehe Foto 4)

Canal d'eau  
d'amont du Moulin  
Oberwasserkanal  
zur Mühle

Seuil  
Wehr

Barrage  
Absperrung

Déversoir de crue  
Hochwasser-  
entlastungskanal

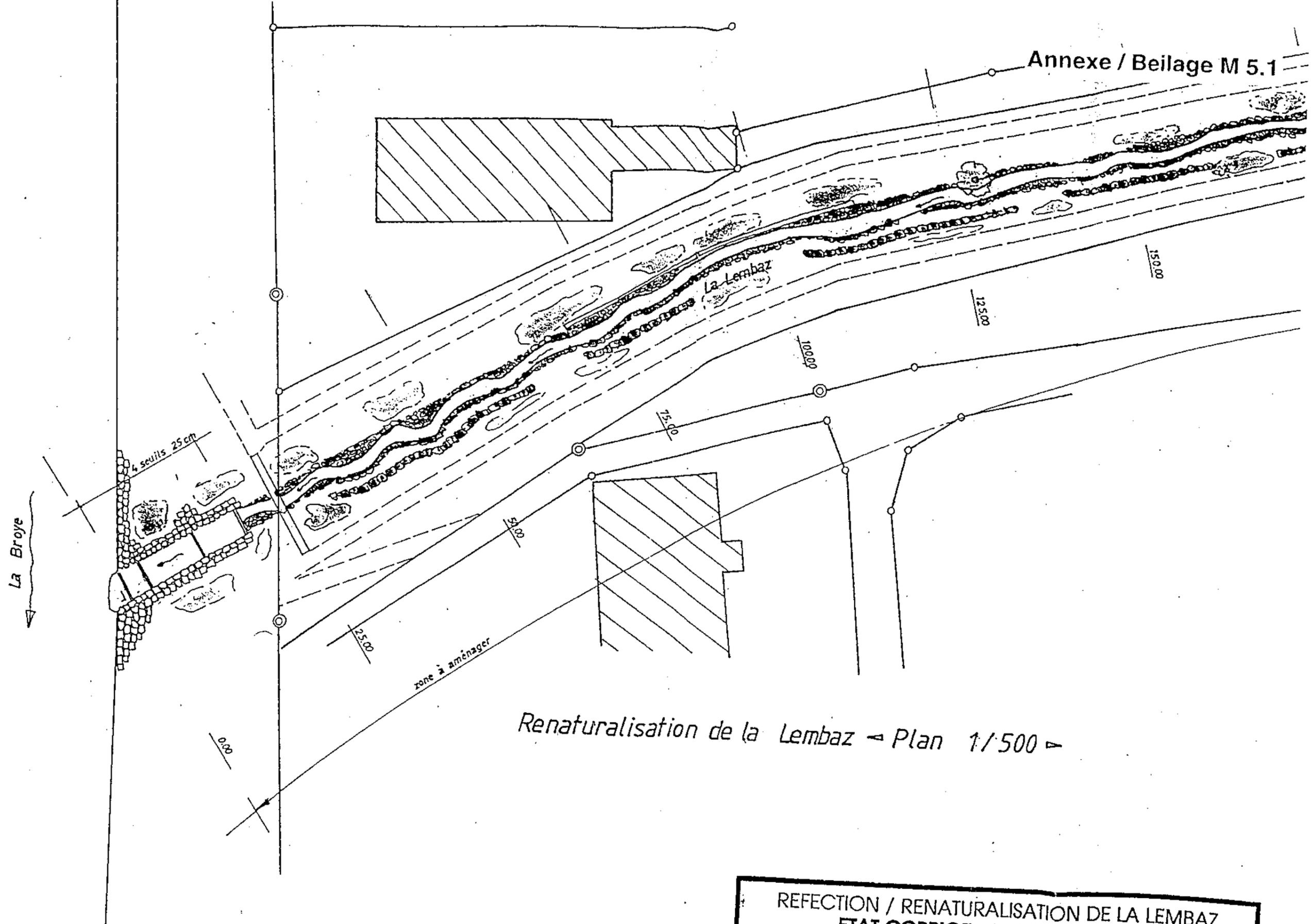
## Verbesserung des Fischeinstiegs bei der Mündung in die Broye

M 5

Granges-près-Marnand

2. Priorität

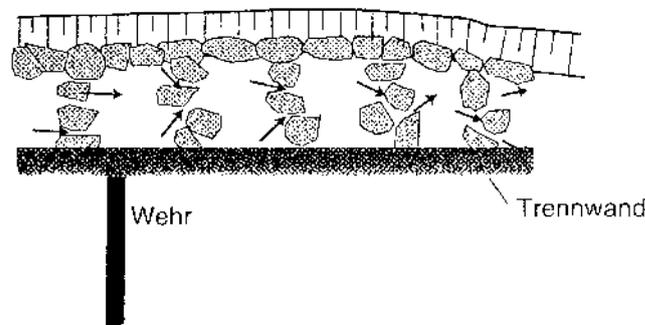
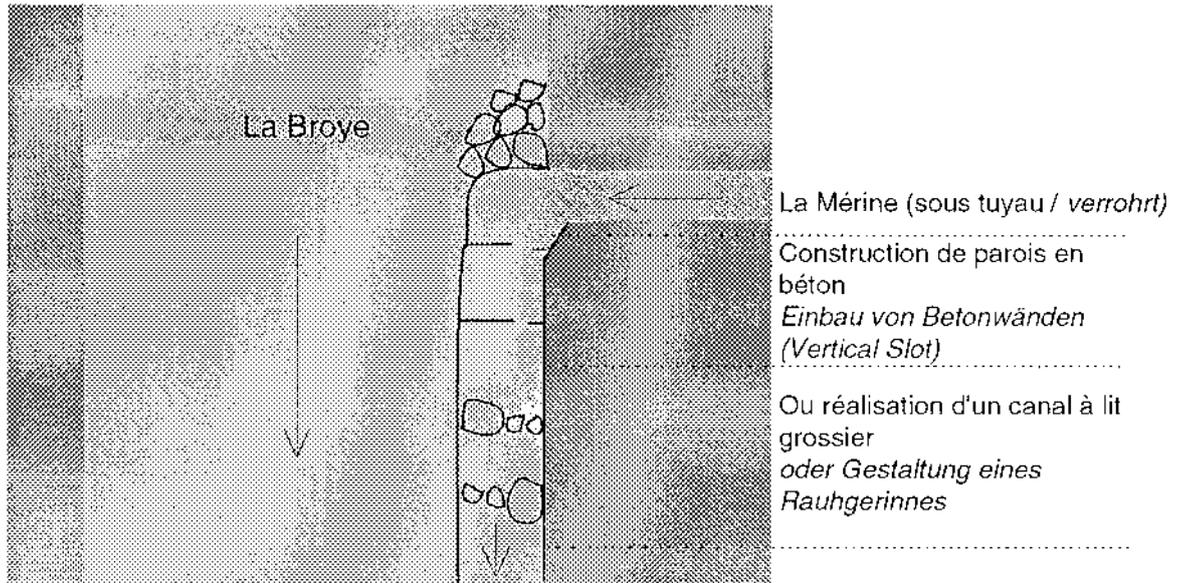
<p><b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b></p> <p>Aktuelle Situation</p> <p>Beschreibung der Massnahme</p> <p>Bemerkungen</p>	<p>Art des Defizites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis</li> <li>▪ Ungenügende Wassertiefe</li> </ul> <p>Bei Niederwasser ist der Fischeinstieg aus der Broye nicht gewährleistet. Gemäss Aussagen eines Fischers während den Feldarbeiten steigen Seeforellen bei günstigen Bedingungen bis zum 1. Hindernis in der Lembe auf (siehe Foto 7 und Karte 1).</p> <p>Bau eines Fischeinstiegs gemäss Vorschlägen im Rahmen des Projektes Ecu d'Or.</p> <p>Zur Verbesserung der Fischeinstiegsmöglichkeiten wurde 1993 vom Zaugg et al. ein Projekt ausgearbeitet, dass bis heute nicht umgesetzt wurde.</p>
<p><b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b></p> <p><b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b></p>	<p>Mit dem Umbau können Laichgebiete auf dem 500 m langen Gewässerabschnitt bis zu den zwei aufeinanderfolgenden natürlichen Felsabstürzen (beide über 4 m hoch) erschlossen werden.</p>
<p><b>KOSTEN UND VORGEHEN</b></p> <p>Baukosten</p> <p>Unterhaltskosten</p> <p>Vorgehen bei der Umsetzung</p> <p>Siehe Plan</p> <p>Siehe Foto</p>	<p>Fr. 200'000.- inkl. Renaturierungsmassnahmen (gemäss Bericht Zaugg et al., 1993).</p> <p>Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen; Entfernen von Geschwemmsel (keine zusätzlichen Kosten).</p> <p>Ausarbeitung des Detailprojektes. Eidg. und kant. Subventionierung beantragen. Realisierung während der Niederwasserperiode (August - Oktober).</p> <p>Beilage M 5.1</p> <p>6</p>



Renaturalisation de la Lembaz - Plan 1/500

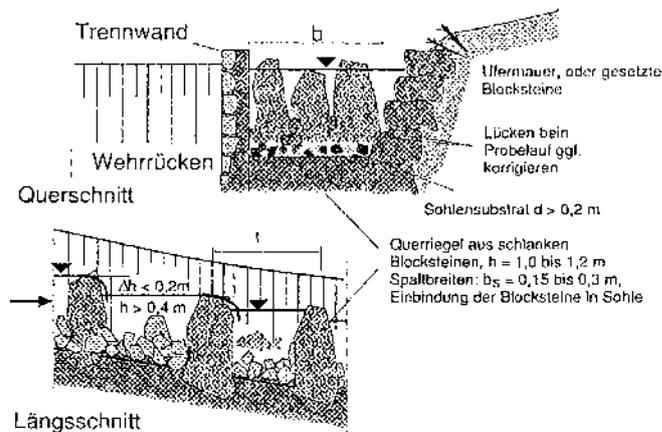
REFECTION / RENATURALISATION DE LA LEMBAZ		
ETAT CORRIGE - PLAN D'ENSEMBLE		
ECHELLE 1:500	STIRNEMANN-AQUARIUS	PLAN N°1-89-1 / 17.02.93

<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	Art des Defizites
Aktuelle Situation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis</li> </ul> <p>Die Einmündung der Mérine unter der Strassenbrücke in die Broye stellt mit einer Absturzhöhe von 1.5 m für die Seeforelle bei Niederwasser ein unüberwindbares Hindernis dar.</p>
Beschreibung der Massnahme	Mit Hilfe eines ca. 15 m langen Fischweges (Gefälle $\leq 10\%$ ) ist die Mérine am linken Uferrand in die Broye zu leiten. Für den Unterhalt ist ein Steg ins Bachbett vorzusehen.
Bemerkungen	Eine Abtiefung der Gewässersohle ist aus Stabilitätsgründen nicht möglich. Die Gestaltung des Fischeinstiegs ist mit allfälligen Sanierungsprojekten der Brücke zu koordinieren.
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	Die Massnahme macht nur Sinn, wenn M7 und M8 gleichzeitig umgesetzt wird. Der Gewässerabschnitt durchzieht das Stadtgebiet von Moudon als gepflasterter schmaler offener Kanal (siehe Foto 9) mit Ausnahme des untersten Teilstücks, das verrohrt ist. Der Nutzen dieser Massnahme liegt somit in der Erschliessung der oberhalb Moudon liegenden Laichgebiete.
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	M7 (Umbau des Wehrs). M8 (Renaturierung des Gewässerabschnittes von der Mündung bis zum 1. Aufstiegshindernis).
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>	
Baukosten	Je nach Bauart Fr. 100'000 - 150'000.
Unterhaltskosten	Für periodische Kontrollen, insbesondere nach Hochwassern, ist zu Beginn mit einem wöchentlichen Aufwand von 10 Minuten zu rechnen.
Vorgehen bei der Umsetzung	Einholung des Einverständnisses beim Grundeigentümer des Ufers und dem kant. Wasserbauamt. Ausarbeitung des Detailprojektes. Subventionierung abklären. Ausführung Monat - Monat Erfolgskontrolle durch Nachweis von Laichgruben oberhalb des Hindernisses.
Siehe Plan	Beilage M 6.1
Siehe Foto	9



DVWK (1996)

**Bild 4.30:** Rauhgerinne-Beckenpaß  
(Grundriß)



**Bild 4.31:** Rauhgerinne-Beckenpaß  
(Gerinnequerschnitt und Längsschnitt)

**La Mérine**  
**Umbau des Wehrs**

Massnahme

**M 7**

Moudon

**2. Priorität**

<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	Art des Defizites
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unüberwindbares Aufstiegshindernis</li> </ul>
Aktuelle Situation	Die ca. 3 m hohe Schwelle ist heute unüberwindbar.
Beschreibung der Massnahme	Durch den Rückbau der Schwelle nach hinten kann das oberliegende Fischgewässer erschlossen werden unter Respektierung der Anforderungen für die Hochwassersicherheit (Energievernichtung).
Bemerkungen	Die Stabilität der vor der Schwelle liegenden Gebäude wird nicht gefährdet.
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	M7 erschliesst den natürlichen Gewässerabschnitt der Mérine und bindet ihn mit M6 zusammen wieder an die Broye an.
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	M6 (Bau eines Fischaufstiegs).
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>	
Baukosten	Je nach Bauart Fr. 150'000 - 200'000.
Unterhaltskosten	Keine
Vorgehen bei der Umsetzung	Einholung des Einverständnisses beim Grundeigentümer des Ufers und dem kant. Wasserbauamt. Ausarbeitung des Detailprojektes. Subventionierung abklären. Ausführung Monat - Monat. Erfolgskontrolle durch Nachweis von Laichgruben oberhalb des Hindernisses.
Siehe Plan	Prinzip siehe Beilage M 4.1
Siehe Foto	10

**Renaturierung des Gewässerabschnittes von der Mündung bis zum 1. Aufstiegshindernis**

Moudon

**2. Priorität**

<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	Art des Defizites <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungenügende Wassertiefe</li> <li>• Ungeeignetes Sohlensubstrat</li> </ul>
Aktuelle Situation	Die Sohle des schmalen Kanals durch die Stadt Moudon ist gepflästert, die Wassertiefe gering und die Fliessgeschwindigkeit verhältnismässig hoch. Aufstiegswillige Seeforellen können einerseits diesen ca. 400 m langen Kanal nur bei grösseren Abflüssen durchschwimmen, finden dann aber keine Ruheplätze (Strömungsrefugien).
Beschreibung der Massnahme	Mit ingenieurbioologischen Massnahmen ist der ca. 400 m lange Gewässerabschnitt bis zum ersten Aufstiegshindernis zu sanieren. Zu schaffen sind eine abgetreppte Sohle mit genügender Wassertiefe und - wenn möglich - natürlichem Sohlensubstrat.
Bemerkungen	Die Hochwasseranforderungen sind zu berücksichtigen.
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	M6 (Bau eines Fischaufstiegs). M7 (Umbau des Wehrs).
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>	
Baukosten	Fr. 40'000.-
Unterhaltskosten	Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen; keine zusätzlichen Kosten.
Vorgehen bei der Umsetzung	Ausarbeitung des Detailprojektes. Eidg. und kant. Subventionierung beantragen. Realisierung während der Niederwasserperiode (August - Oktober).
Siehe Plan	Prinzip siehe Beilage M 4.1
Siehe Foto	10

<b>BESCHREIBUNG UND BEGRÜNDUNG</b>	Art des Defizites
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporäres Aufstiegshindernis</li> <li>• Ungenügende Wassertiefe</li> </ul>
Aktuelle Situation	Der R. de Forel gehört zu den einzigen kleinen Direktzuflüssen zum Murtensee, der oberhalb des Mündungsgebietes für Seeforellen geeignete Bedingungen bietet (genügende Wassertiefe, geeignetes Laichsubstrat).
Beschreibung der Massnahme	Das Mündungsgebiet ist mit ingenieurb biologischen Massnahmen auf einer Strecke von 20 m um die halbe Gewässerbreite zu verengen, dass einerseits die Feinsedimente in einer Niederwasserrinne über das Delta hinaus in den See transportiert werden und andererseits gewährleistet wird, dass für den Seeforellenaufstieg stets eine genügende Wassertiefe vorhanden bleibt.
Bemerkungen	Durch den Eingriff in das naturnahe Mündungsgebiet kann der für die Seeforelle ungehinderte Aufstieg, wie er vor der Seeabsenkung bestand, wieder hergestellt werden.
<b>NUTZEN DER ÖKOLOGISCHEN AUFWERTUNG</b>	Durch die Verbesserung der Aufstiegsbedingungen im Mündungsbereich kann das Potential des Forelbaches auf einer Strecke von ca. 120 m besser genutzt werden.
<b>ASSOZIIERTE MASSNAHMEN</b>	
<b>KOSTEN UND VORGEHEN</b>	
Baukosten	Fr. 10'000.-
Unterhaltskosten	Funktionsüberprüfung im Rahmen von Routinekontrollen; keine zusätzlichen Kosten.
Vorgehen bei der Umsetzung	Ausarbeitung des Detailprojektes. Eidg. und kant. Subventionierung beantragen. Realisierung während der Niederwasserperiode (August - Oktober).
Siehe Plan	-
Siehe Foto	14

#### 4.5.2. Kosten und Prioritäten

Unter Berücksichtigung der Prioritäten können die baulichen Massnahmen wie folgt zusammengefasst werden:

**Tabelle 4.2 Kostenübersicht der Massnahmen.**

Priorität	Massnahme	Kosten (je nach Variante)	Nr.
1	Chandon: Mündungsgestaltung zur Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten	Fr. 50'000	M1
1	Chandon: Verengung des Gerinnes zur Erhöhung der Wassertiefe	Fr. 30'000 - 60'000	M2
2	Mérine: Bau eines Fischaufstiegs	Fr. 100'000 - 150'000	M6
2	Arbogne: Fischgängiger Umbau des Wehrs mit Fallboden	Fr. 20'000 - 100'000	M3
2	Mérine: Renaturierung des Gewässerabschnittes von der Mündung bis zum 1. Aufstiegshindernis	Fr. 40'000	M8
2	Mérine: Umbau des Wehrs	Fr. 150'000 - 200'000	M7
2	Arbogne: Umgehung der 3 m hohen Wehrs durch Umbau des Wasserausleitungskanals	Fr. 150'000	M4
2	Lembe: Verbesserung des Fischeinstiegs bei der Mündung in die Broye	Fr. 200'000	M5
3	R. de Forel: Mündungsgestaltung zur Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten	Fr. 10'000	M9

Für die Realisierung der Massnahmen der 1. Priorität sind Fr. 100'000.- notwendig. Um auch alle Massnahmen 2. Priorität zu realisieren sind zusätzlich Beträge um Fr. 800'000.- bereitzustellen, wobei die vorgeschlagenen Massnahmen unabhängig voneinander realisiert werden können.

#### 4.5.3. Bewirtschaftungsmassnahmen

Verbesserung des Laichsubstrates sind vor allem im Chandon möglich. Dort können durch die Einengung des Gerinnes die Sandablagerungen auf den kiesigen Sohlenabschnitten dank der erhöhten Schleppkraft beseitigt werden. In den anderen Gewässern sind unseres Erachtens kaum Verbesserungen des Laichsubstrates möglich; das geringe Gefälle der Bäche im Talboden einerseits und die Hochwassereignisse andererseits erweisen sich dort als überlagerte Kräfte.

Wir schlagen gezielte Bewirtschaftungsmassnahmen für die Förderung der Seeforellenpopulation vor. Diese beinhalten den Laichfischfang und das Aussetzen von befruchteten Eiern in Vibert-Boxen in diversen Gewässern. Versuche wurden von den Fischereisektionen des Kantons Waadt in den Seitengewässern bei Corcelles und bei

Payerne durchgeführt. Im Chandon wurde 1994/1995 300 m oberhalb der Mündung (Koordinaten 570930/194800) eine Laichplatz künstlich hergerichtet. Aufgrund der zu geringen Wassertiefe dürfte er jedoch kaum genutzt werden; zudem bewirkt die verhältnismässig langsame Fliessgeschwindigkeit eine rasche Versandung respektive Kolmatierung der künstlichen Kiessohle. Unseres Erachtens hätte die Gestaltung des Laichplatzes zusammen mit einer Gerinneeinengung (Niederwasserinne) erfolgen sollen.

Die Seeforellen werden eventuell bereits als Embryonen im Ei, sicherlich aber als Brütlinge durch die chemische Beschaffenheit des Geburtsgewässers geprägt. Die bleibende Erinnerung an den spezifischen Geruch des Wassers leitet die Seeforellen beim späteren Aufstieg aus dem Murtensee.

Der Eibesatz in Vibert-Boxen ist also besonders in jenen Gewässern angebracht, die mit Hilfe von Massnahmen für die Seeforellen (wieder) erschlossen werden sollen, es betrifft die Lembe und die Mérine.

Die Wiederansiedlung von Seeforellen bzw. der Neuaufbau einer Laichpopulation in einem Gewässer dauert viele Jahre. Sie kann erst dann als geglückt betrachtet werden, wenn die Nachfolgeneration der aus dem erstmaligen Eibesatz hervorgehenden Tiere ihrerseits wiederum erfolgreich zum Laichen gelangt. Um den Erfolg messen zu können, sind bei der Realisierung der Bewirtschaftungsmassnahmen auch Kontrollmöglichkeiten im voraus zu planen (bauliche Massnahmen, Markierungen, Elektroabfischungen).

## 5. ANDERE STUDIEN

Die "Société vaudoise des pêcheurs en rivières" (SVPR) führt zur Zeit für die waadtländischen Fließgewässer ein Revitalisierungsprogramm durch. Dazu gehört auch eine abschnittsweise durchgeführte Gewässerkartierung. Erfasst werden Bachsohle, Abwasserspuren, Abstürze, Zustand der Ufer und die aquatische Fauna. Der freiburgische Fischereiverband will sich in der unteren Broye ebenfalls an den Kartierungen beteiligen. Erste Ergebnisse sind auf Herbst 1998 zu erwarten.

Unter der Leitung von Dr. F. Noël hat das Amt für Umweltschutz des Kantons Freiburg im Rahmen einer Pilotstudie den Chandon ökomorphologisch kartiert. Die Resultate können beim Amt konsultiert werden.

## 6. REFERENZEN

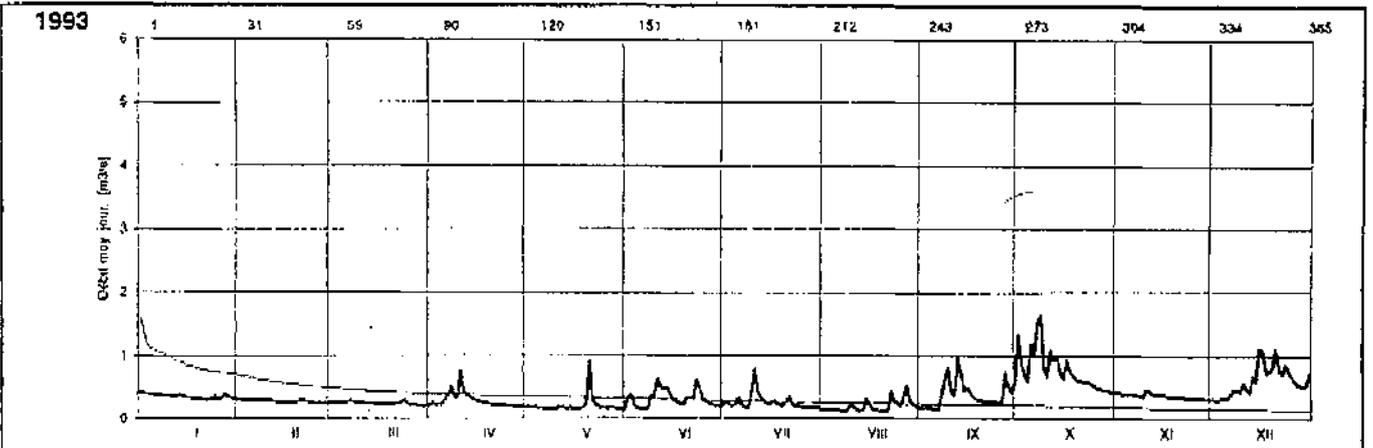
- DVWK: Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Bonn, 1996.
- Zaugg, B., Pedroli, J.-C. & Stirnimann, P.: La Lembaz. Réfection & renaturation d'un affluent de la Broye. Rapport technique, schémas d'intention & estimation des coûts. mars 1993.

## **7. BEILAGEN**

### **7.1. Wasserabflussmessungen Chandon 1993 - 1995**

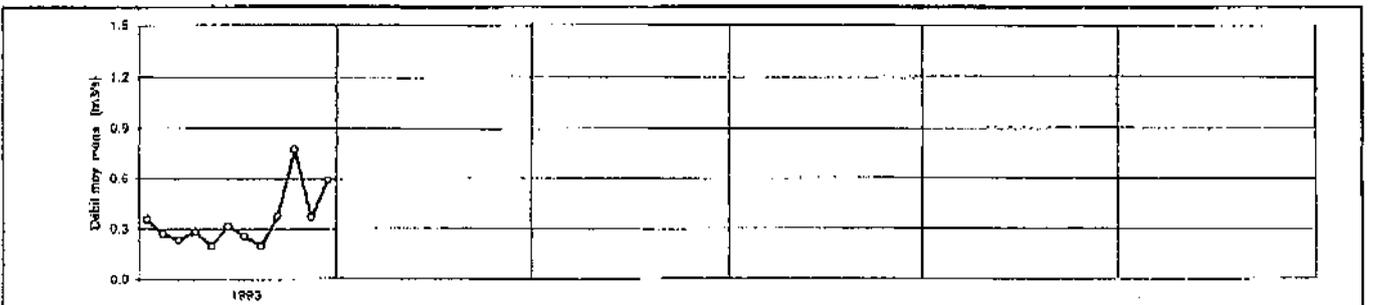
<b>Débit</b>	<b>Station: CHANDON</b>		<b>Code: CHD</b>	
Station	Coordonnées 570970 / 194650		Bassin-versant	
Altitude	492 m.s.m.		Surface Glacière 38.6 km <sup>2</sup> 0 %	

1993	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
1	0.417	0.303	0.243	0.194	0.192	0.128	0.197	0.145	0.175	0.558	0.413	0.310	1
2	0.412	0.297	0.240	0.249	0.186	0.354	0.290	0.141	0.184	1.23	0.408	0.305	2
3	0.407	0.292	0.237	0.218	0.180	0.267	0.232	0.136	0.159	0.905	0.398	0.305	3
4	0.401	0.284	0.237	0.231	0.171	0.215	0.185	0.151	0.195	0.689	0.393	0.303	4
5	0.396	0.287	0.242	0.218	0.168	0.179	0.232	0.142	0.148	0.590	0.389	0.288	5
Moyenne journalière	0.391	0.283	0.251	0.302	0.162	0.152	0.353	0.131	0.141	1.14	0.381	0.311	6
7	0.385	0.280	0.273	0.268	0.160	0.152	0.207	0.122	0.141	1.04	0.391	0.372	7
8	0.380	0.279	0.270	0.262	0.157	0.152	0.179	0.120	0.186	1.56	0.374	0.453	8
9	0.374	0.278	0.251	0.257	0.155	0.267	0.167	0.115	0.232	1.63	0.385	0.451	9
10	0.369	0.278	0.242	0.214	0.160	0.246	0.202	0.235	0.519	0.822	0.357	0.422	10
11	0.364	0.279	0.230	0.255	0.155	0.203	0.291	0.188	0.418	0.672	0.474	0.560	11
12	0.358	0.267	0.238	0.429	0.201	0.502	0.471	0.130	0.363	1.07	0.435	0.451	12
13	0.355	0.266	0.236	0.273	0.170	0.477	0.339	0.121	0.990	0.949	0.363	0.409	13
14	0.355	0.263	0.231	0.347	0.159	0.509	0.273	0.132	0.750	0.993	0.380	0.677	14
15	0.354	0.259	0.229	0.298	0.173	0.379	0.246	0.208	0.441	0.739	0.396	0.595	15
16	0.345	0.254	0.227	0.290	0.150	0.203	0.250	0.237	0.501	0.628	0.385	1.11	16
17	0.338	0.264	0.225	0.270	0.145	0.257	0.287	0.149	0.418	0.373	1.07	17	
18	0.329	0.260	0.230	0.266	0.162	0.243	0.228	0.141	0.348	0.759	0.364	0.719	18
19	0.326	0.255	0.224	0.249	0.179	0.218	0.212	0.128	0.308	0.672	0.358	0.737	19
20	0.317	0.272	0.215	0.233	0.223	0.354	0.201	0.115	0.294	0.621	0.349	0.828	20
21	0.311	0.260	0.213	0.224	0.214	0.318	0.273	0.109	0.272	0.589	0.344	1.10	21
22	0.307	0.276	0.237	0.218	0.287	0.327	0.345	0.115	0.278	0.586	0.347	0.789	22
23	0.307	0.256	0.226	0.213	0.218	0.609	0.218	0.434	0.273	0.564	0.338	0.714	23
Maximum	0.305	0.239	0.304	0.207	0.198	0.499	0.198	0.283	0.271	0.561	0.331	0.847	24
25	0.357	0.242	0.242	0.204	0.174	0.311	0.206	0.253	0.276	0.522	0.332	0.719	25
26	0.211	0.245	0.225	0.198	0.161	0.283	0.178	0.197	0.252	0.488	0.326	0.621	26
27	0.219	0.241	0.214	0.196	0.158	0.239	0.167	0.350	0.244	0.483	0.322	0.557	27
Minimum	0.300	0.241	0.205	0.194	0.178	0.223	0.156	0.521	0.720	0.481	0.317	0.519	28
29	0.350	0.201	0.195	0.163	0.209	0.160	0.286	0.499	0.446	0.310	0.467	0.467	29
30	0.328	0.290	0.185	0.140	0.229	0.152	0.236	0.413	0.435	0.303	0.512	0.512	30
31	0.314	0.184	0.184	0.138	0.138	0.189	0.202	0.202	0.422	0.422	0.704	0.704	31
Moyenne mensuelle	0.355	0.270	0.235	0.283	0.188	0.315	0.250	0.186	0.375	0.771	0.366	0.589	m3/s
Maximum (pointe)	5.518	0.352	0.343	1.73	2.28	5.56	1.87	1.02	2.45	4.78	0.855	2.22	m3/s
Date	26	11	24	11	21	9	5	10	13	8	11	21	jour
Moyenne annuelle	0.352 m3/s												



Période	1993 - 1993 (1 années)													
Moy. mensuelle	0.365	0.270	0.235	0.283	0.188	0.315	0.256	0.186	0.375	0.771	0.366	0.589	m3/s	
Pointe	5.518	0.352	0.343	1.73	2.28	5.56	1.87	1.02	2.45	4.78	0.855	2.22	m3/s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m3/s	
Min. moyenne jour.	0.305	0.238	0.194	0.165	0.138	0.128	0.152	0.109	0.141	0.422	0.303	0.303	m3/s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m3/s	
Max. moyenne jour.	0.417	0.303	0.304	0.755	0.814	0.633	0.791	0.521	0.690	1.63	0.474	1.11	m3/s	
Année	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	m3/s	
Module annuel maximum	0.352 ( 1993 ) m3/s			Module interannuel			0.352 m3/s			Module annuel minimum			0.352 ( 1993 ) m3/s	

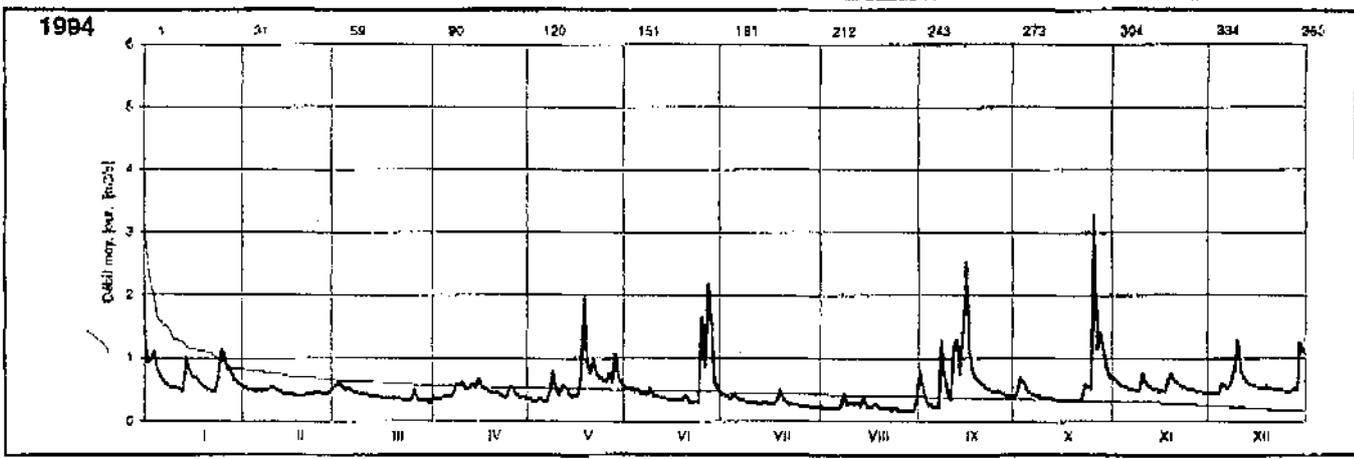
Valeurs classées (valeurs atteintes ou dépassées en moyenne pendant 1 jour par année)													
Jours	3	9	18	55	91	137	162	224	300	329	347	355	
1993	1.33	1.04	0.822	0.502	0.396	0.345	0.290	0.246	0.192	0.159	0.141	0.131	m3/s
1993-1993	1.33	1.04	0.822	0.502	0.396	0.345	0.280	0.246	0.182	0.159	0.141	0.131	m3/s



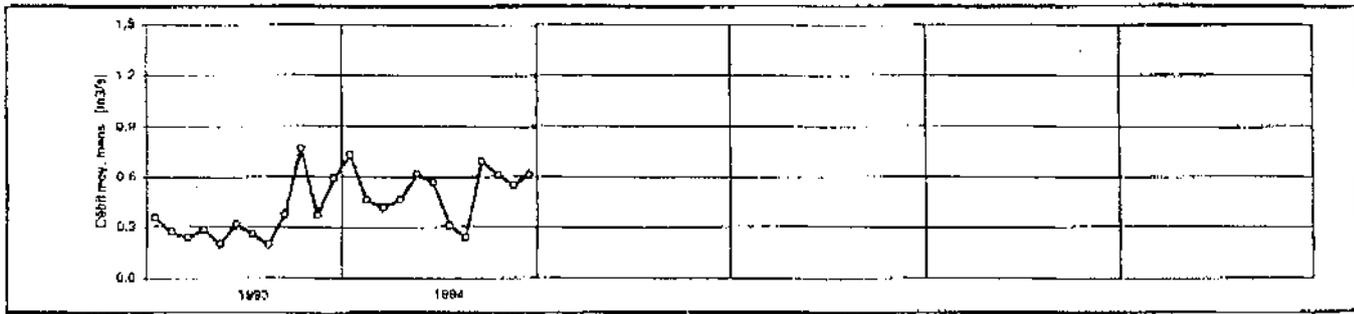
Remarques

**Débit** Station: **CHANDON** Code: **CHD**  
 Station: **Coordonnées** 570 810 / 194 660 **Bassin-versant**  
 Altitude **432 m.a.s.l.** **Surface** 38,8 km<sup>2</sup>  
**Glaciers** 6 % **Beilage 1**

1994	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	
1	1,56 +	0,542 +	0,533	0,371	0,349	0,540	0,445	0,221	0,606	0,381	0,809	0,447	1
2	0,627	0,520	0,551	0,353	0,333	0,544	0,412	0,224	0,524	0,414	0,640	0,438	2
3	0,975	0,609	0,824 +	0,343	0,324	0,545	0,381	0,210	0,320	0,693	0,592	0,439	3
4	1,11	0,493	0,542	0,376	0,332	0,474	0,367	0,261	0,247	0,638	0,561	0,427	4
5	0,831	0,465	0,499	0,382	0,348	0,513	0,445	0,194	0,240	0,510	0,637	0,607	5
Moyenne journalière	0,721	0,608	0,527	0,359	0,323	0,440	0,356	0,185	0,232	0,456	0,510	0,565	6
7	0,632	0,473	0,483	0,418	0,315	0,426	0,334	0,255	0,210	0,425	0,505	0,514	7
8	0,581	0,519	0,460	0,520	0,487	0,405	0,323	0,420	1,29	0,460	0,485	0,642	8
9	0,543	0,503	0,442	0,527	0,896	0,538	0,312	0,268	0,718	0,388	0,481	0,835	9
10	0,526	0,607	0,494	0,511	0,472	0,404	0,300	0,308	0,419	0,374	0,774	1,28	10
11	0,524	0,514	0,418	0,489	0,399	0,394	0,295	0,273	0,339	0,363	0,620	0,788	11
12	0,490	0,482	0,412	0,519	0,565	0,381	0,282	0,320	1,18	0,359	0,559	0,687	12
13	0,474	0,459	0,409	0,680	0,547	0,368	0,220	0,249	1,30	0,351	0,525	0,629	13
14	1,02	0,434	0,388	0,531	0,435	0,353	0,325	0,384	0,740	0,344	0,604	0,595	14
m3/s	0,803	0,426	0,379	0,684	0,379	0,340	0,287	0,238	1,58	0,340	0,688	0,570	15
16	0,692	0,426	0,376	0,562	0,386	0,329	0,263	0,229	2,54	0,338	0,476	0,548	16
17	0,709	0,417	0,367	0,511	0,491	0,339	0,286	0,249	1,10	0,334	0,466	0,531	17
18	0,619	0,404	0,373	0,492	0,764	0,324	0,329	0,284	0,812	0,328	0,655	0,522	18
19	0,566	0,391	0,359	0,446	1,96 +	0,347	0,485 +	0,214	0,683	0,328	0,768	0,558	19
20	0,522	0,404	0,363	0,437	0,614	0,400	0,338	0,201	0,839	0,324	0,657	0,529	20
21	0,496	0,431	0,356	0,447	0,785	0,326	0,300	0,193	0,611	0,321	0,603	0,514	21
22	0,475	0,414	0,348	0,409	0,891	0,307	0,277	0,189	0,539	0,319	0,564	0,508	22
23	0,472 +	0,429	0,341	0,389	0,758	0,298	0,270	0,186	0,503	0,279	0,549	0,495	23
+ Maximum	0,684	0,485	0,338	0,371	0,703	0,289	0,260	0,192	0,480	0,657	0,518	0,489	24
25	1,12	0,452	0,338	0,551	0,664	1,64	0,252	0,188	0,452	0,511	0,604	0,479	25
26	1,07	0,426	0,489	0,510	0,636	0,846	0,236	0,176	0,462	0,29	0,495	0,473	26
27	0,828	0,414	0,346	0,423	0,784	2,18 +	0,227	0,172	0,456	1,15	0,482	0,471	27
- Minimum	0,805	0,464	0,326	0,300	0,623	1,81	0,227	0,187	0,426	1,43	0,469	0,530	28
29	0,664	0,320	0,320	0,378	1,07	0,621	0,229	0,164	0,410	1,11	0,458	0,404	29
30	0,617	0,317	0,317	0,355	0,708	0,499	0,235	0,189	0,400	0,896	0,464	1,25	30
31	0,579	0,310	0,310	0,603	0,603	0,227	0,419	0,419	0,718	0,718	1,10	1,10	31
Moyenne mensuelle	0,728 +	0,462	0,412	0,462	0,517	0,585	0,389	0,237	0,692	0,510	0,551	0,611	m3/s
Maximum (pointe)	2,83	0,645	0,861	1,03	3,82	12,6 +	1,54	1,58	9,22	0,17	1,20	2,47	m3/s
Date	1	26	2	25	19	25	19	31	15	26	18	9	jour
Moyenne annuelle	0,522 m3/s												



Période	1993 - 1994 (2 années)												
Moy. mensuelle	0,542	0,366	0,324	0,373	0,407	0,440	0,282	0,217	0,534	0,590 +	0,451	0,600	m3/s
Pointe	2,83	0,645	0,861	1,03	3,82	12,6 +	1,67	1,58	9,22	0,17	1,20	2,47	m3/s
Année	1994	1994	1994	1993	1994	1994	1993	1994	1994	1994	1994	1994	
Min. moyenne jour.	0,305	0,239	0,194	0,185	0,138	0,128	0,152	0,109	0,141	0,319 +	0,303	0,303	m3/s
Année	1893	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1994	1993	1993	
Max. moyenne jour.	1,00	0,543	0,624	0,735	1,99	2,18	0,791	0,521	2,54	3,28 +	0,774	1,28	m3/s
Année	1894	1994	1994	1993	1994	1994	1993	1993	1994	1994	1994	1994	
Moyenne annuel maximum	0,522 ( 1994 ) m3/s			Module interannuel				0,437 m3/s		Module annuel minimum			0,352 ( 1993 ) m3/s
Valeurs classées (valeurs atteintes ou dépassées en moyenne pendant k jours par année)													
Jours	3	6	18	65	91	137	182	228	300	329	347	356	
1994	2,18	1,43	1,11	0,687	0,585	0,511	0,465	0,409	0,324	0,267	0,221	0,194	m3/s
1993-1994	1,83	1,18	0,875	0,621	0,519	0,435	0,373	0,322	0,227	0,190	0,159	0,145	m3/s



Remarques

## **7.2. Abfischungsprotokolle vom 3.12.97**







**PRONAT**

**Büro für  
Umweltfragen**

**Bureau  
d'études en  
environnement**

**Possibilités de migration et de frai de  
la truite lacustre du Lac de Morat**

**Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten der  
Seeforelle des Murtensees**

Dossier photographique  
Fotodossier

**PRONAT CONSEILS SA**  
Kreuzmattstrasse 56  
3185 Schmittlen  
Tel. 026/497 91 30  
Fax. 026/497 91 33  
EMail pronat@sesamnet.ch

**Juillet 1998**

972302



**1**  
Embouchure du Chandon.

Mündungsgebiet des  
Chandon.



**2**  
Chandon: tronçon en aval de  
la route cantonale  
Faoug-Salavaux.

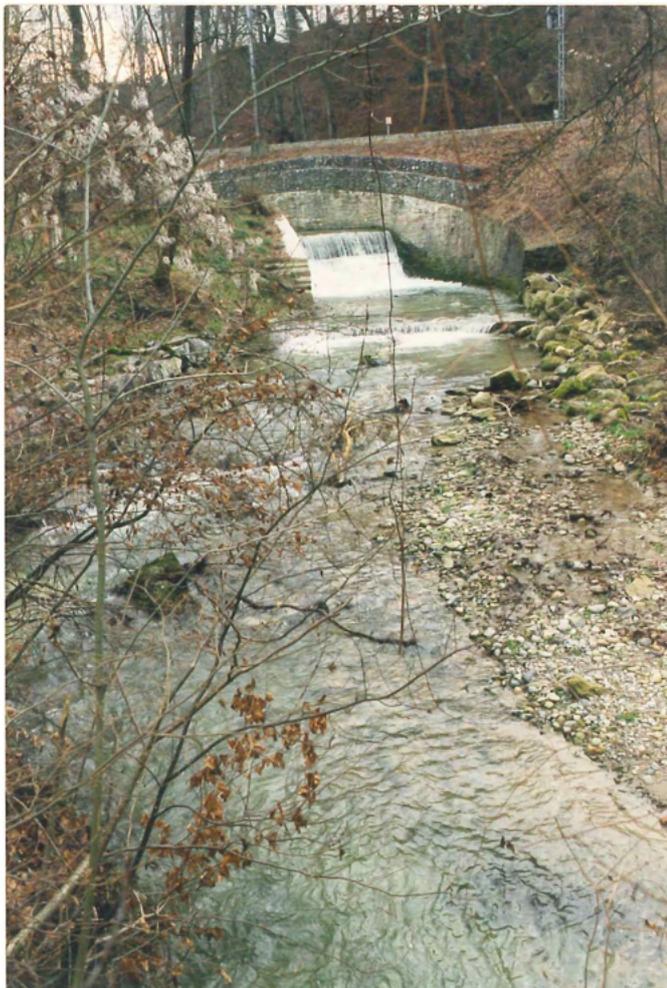
Chandon: Bachabschnitt  
unterhalb Kantonsstrasse  
Faoug - Salavaux.



3

L'Arbogne au centre du village de Corcelles, en aval du pont routier (cote 454). Le seuil et la protection contre l'affouillement illustrés au milieu de l'image sont infranchissables en période d'étiage.

L'Arbogne im Dorfkern Corcelles unterhalb der Strassenbrücke (Kote 454). Das in der Bildmitte dargestellte Wehr mit darunterliegendem Fallboden ist bei Niederwasser nicht überwindbar.



4

Seuil dans l'Arbogne à Tours, un peu en aval du déversoir de l'ancien moulin. Le déversoir de crue de l'ancien canal d'eau d'amont (aujourd'hui comblé) du moulin se jette dans la mamite au pied du seuil.

Wehr in der Arbogne bei Tours kurz unterhalb des Wasserausleitungskanals der ehemaligen Mühle. In den Kolk im Vordergrund mündet die Hochwasserentlastung des heute zugeschütteten Oberwasserkanals zur Mühle.



**5**

L'Arbogne: déversoir de crue  
du canal d'eau d'amont à  
Tours.

L'Arbogne:  
Hochwasserentlastung des  
Oberwasserkanals bei Tours.



**6**

Embouchure de la Lembe.

Mündung der Lembe.



**7**

Chute d'env. 4 m sur la Lembe, en amont de Granges-près-Marnand, avec molasse affleurante. Aucune mesure réaliste d'amélioration des conditions de migration n'est envisageable.

Ca. 4 m hoher Absturz in der Lembe oberhalb Granges-près-Marnand auf anstehendem Sandstein. Zur Verbesserung des Fischeufstiegs sind keine realistischen Massnahmen möglich.



**8**

Cette image montre la seconde chute sur la Lembe, également haute de 4 m, située à env. 50 m en amont de la première (cf photo 7).

Auf diesem Foto ist der zweite ebenfalls 4 m hohe Felsabsturz zu sehen, der ca. 50 m oberhalb des ersten liegt (siehe Foto 7).



**9**

Enbouchure de la Mérine dans la Broye. Cet obstacle, d'une hauteur de chute de 1.5 m est infranchissable pour la truite lacustre en période d'étiage.

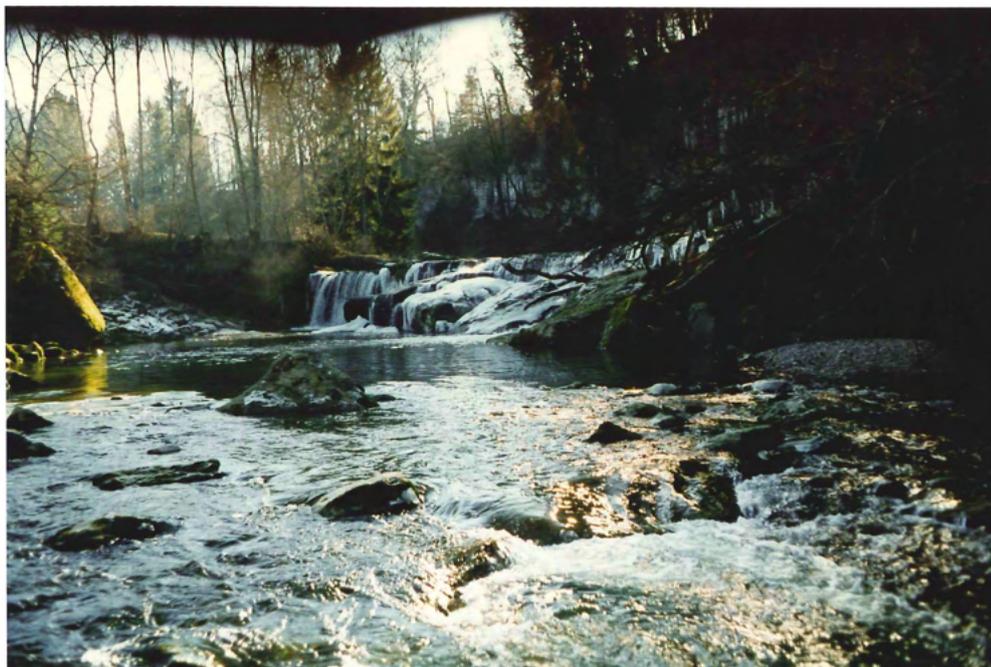
Einmündung der Mérine in die Broye. Mit einer Absturzhöhe von 1.5 m ist dieses Hindernis bei Niederwasser für die Seeforelle unüberwindbar.



**10**

Derrière la maison se situe une chute d'une hauteur d'env. 3 m qui empêche la migration des poissons dans la Mérine.

Hinter dem Haus liegt die ca. 3 m hohe Schwelle, die den Fischeaufstieg in der Mérine verhindert.



**1 1**

La chute naturelle d'env. 2 m de haut sur la Broye à Crochet (Chavanette) en amont de Moudon constitue un obstacle infranchissable pour la truite de lac.

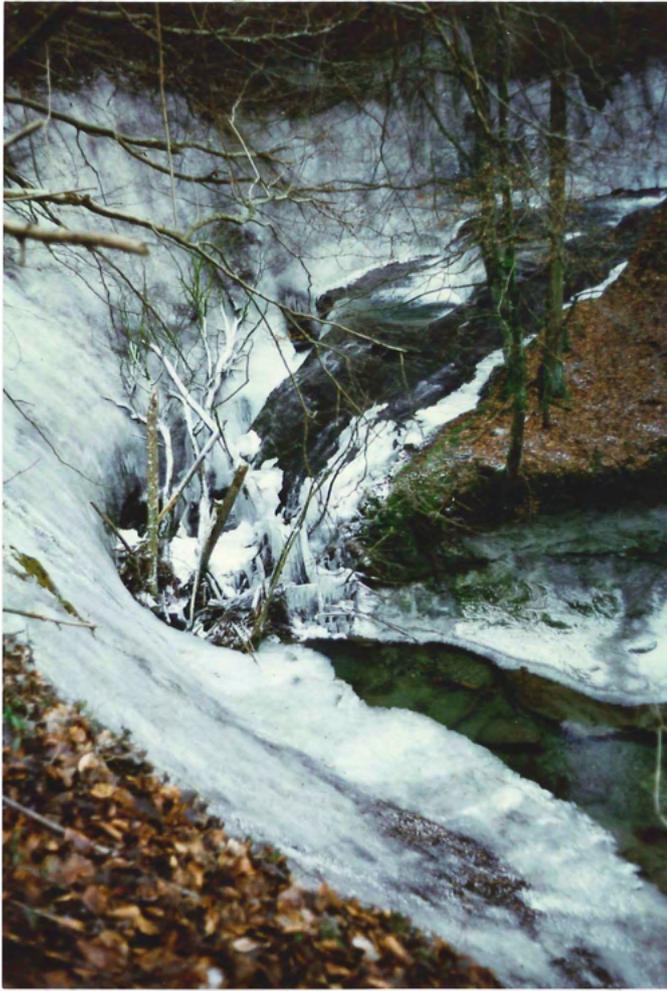
Der ca. 2 m hohe Felsabsturz in der Broye bei Crochet (Chavanettes) oberhalb Moudon stellt für die Seeforelle ein unüberwindbares Hindernis dar.



**1 2**

La chute naturelle sur le Carrouge à Sépey (en amont de Moudon) est également infranchissable avec ses 5 m de haut.

Unüberwindbar ist auch der natürliche 5 m hohe Felsabsturz in der Carrouge bei Sépey oberhalb Moudon.



**13**

La chute naturelle sur la Bressonne à la Râpe (en amont de Moudon) a une hauteur d'env. 4 m.

Ca. 4 m hoch ist der natürliche Felsabsturz in der Bressonne bei La Râpe oberhalb Moudon.



**14**

Embouchure du ruisseau de Forel.

Mündungsgebiet des Forelbaches.

# Possibilités de migration et de frai de la truite lacustre du Lac de Morat



## Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten der Seeforelle des Murtensees

Carte 1

1 : 50'000

Juin 1998

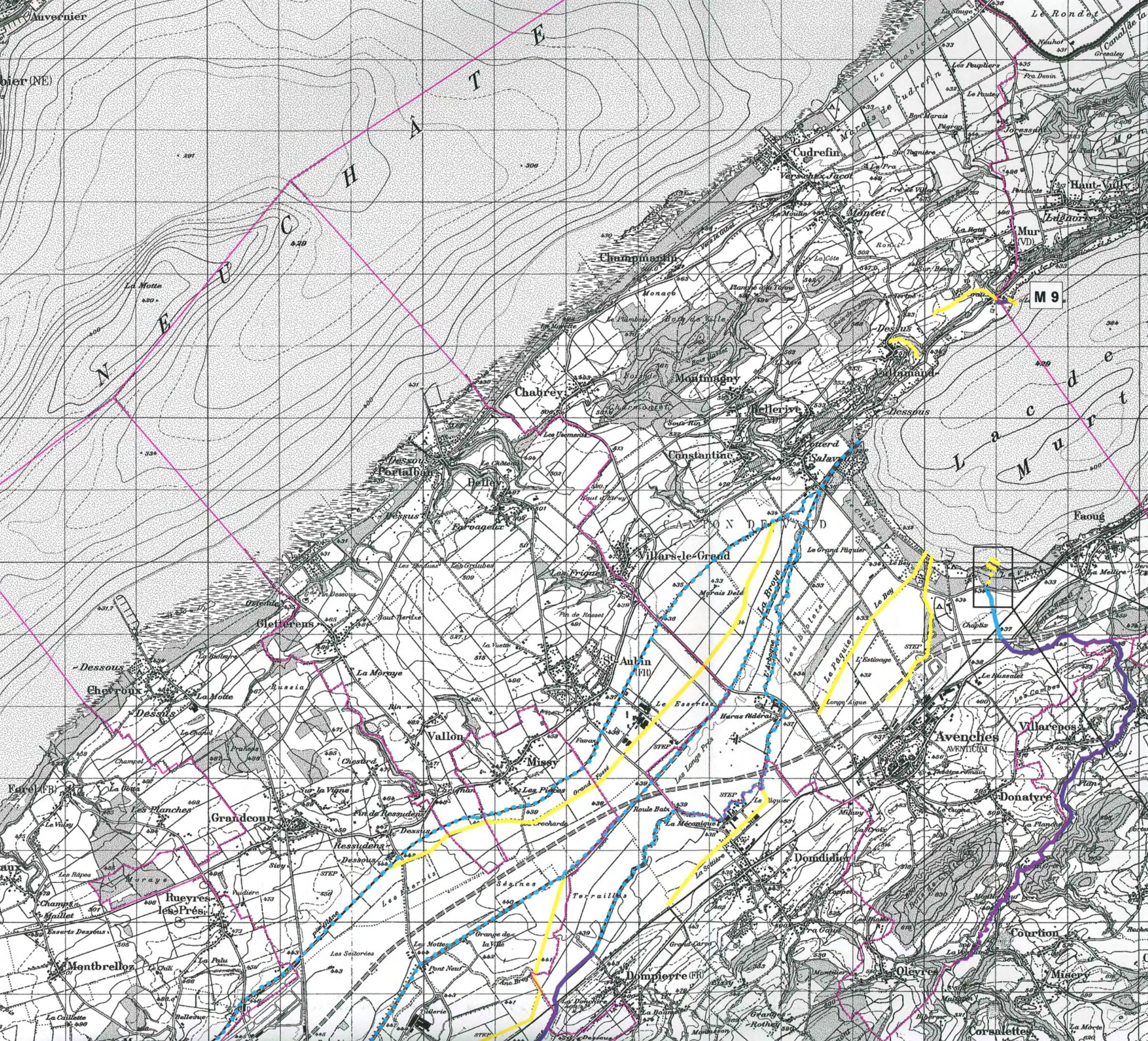
*juillet 1998*

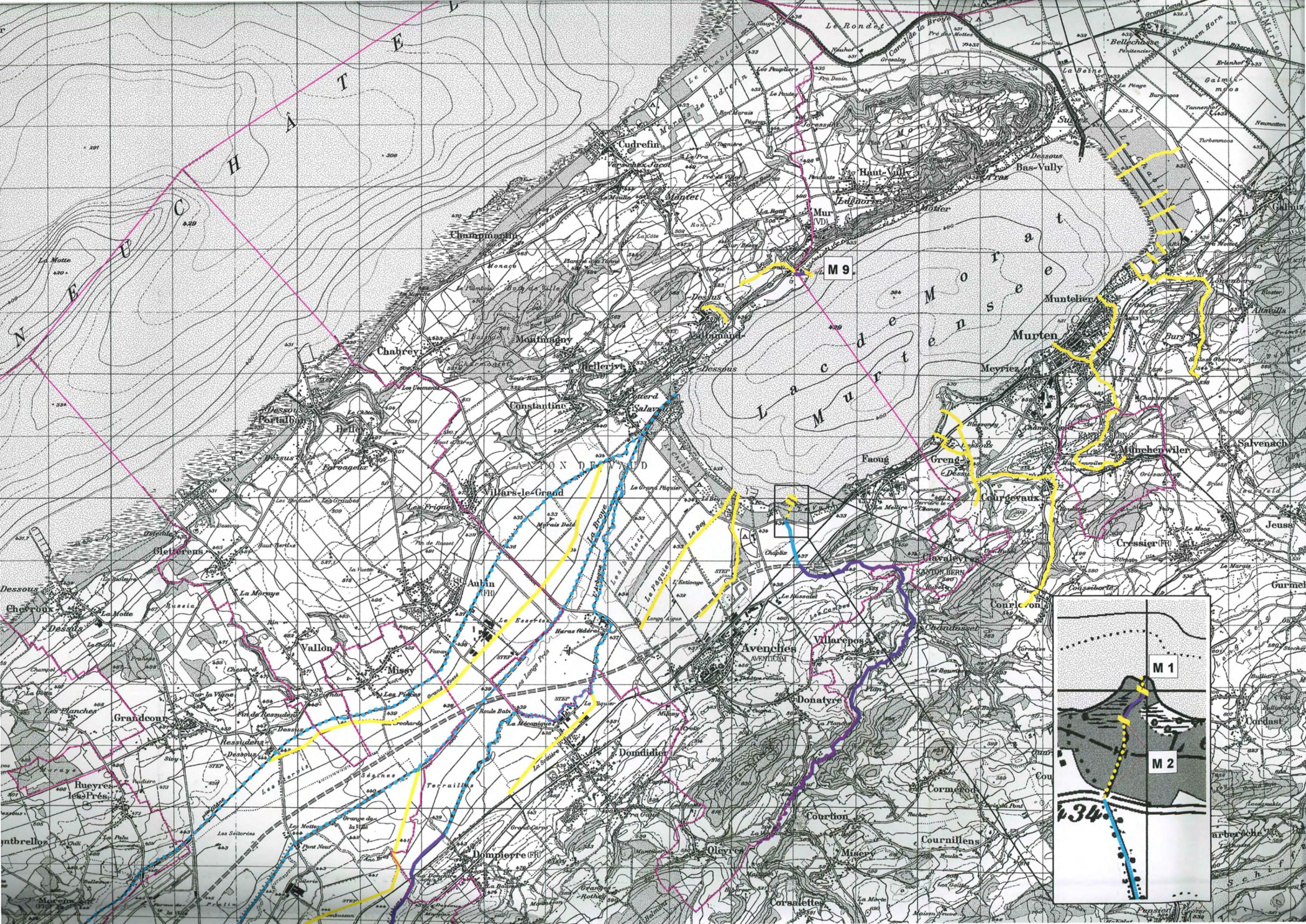
### Légende

-  Obstacle temporaire de migration, avec hauteur de chute en cm en période d'été
-  Obstacle infranchissable, avec hauteur de chute en cm en période d'été
-  Limite cantonale
  
-  Adapté en permanence à la migration et localement au frai.
-  Tronçons avec conditions variables entre les classes 1 et 3
-  Adapté à la migration; inadapté pour le frai.
-  Tronçons avec conditions variables entre les classes 3 et 5
-  Favorable à la migration seulement lors de crues; potentiel de frai év. existant; mais inexploitable
-  Pas étudié

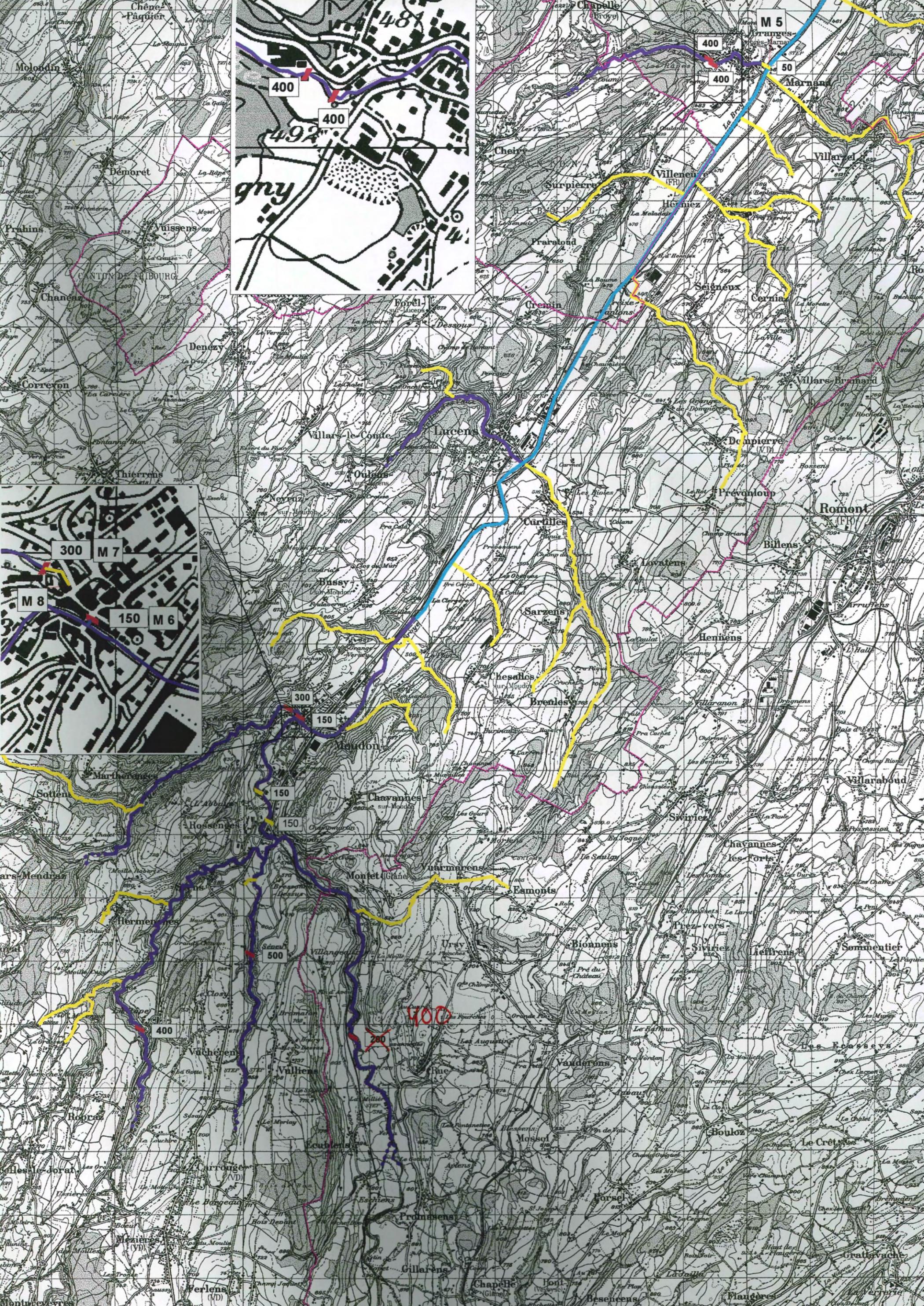
### Legende

-  Temporäres Aufstiegshindernis mit Absturzhöhe in cm bei Niederwasser
-  Unüberwindbares Hindernis mit Absturzhöhe in cm bei Niederwasser
-  Kantonsgrenze
  
-  Zum Aufstieg immer und zum Laichen stellenweise geeignet.
-  Streckenweise mit wechselnden Bedingungen zwischen der Klasse 1 und 3.
-  Zum Aufstieg immer geeignet; zum Laichen ungeeignet.
-  Streckenabschnitte mit wechselnden Bedingungen zwischen der Klasse 3 und 5.
-  Zum Aufstieg nur bei Hochwasser geeignet; Laichmöglichkeiten evt. vorhanden, aber nicht nutzbar.
-  Nicht untersucht









ement au frai.  
classes 1 et 3

classes 3 et 5  
ues; potentiel de frai év. existant; mais inexploitable

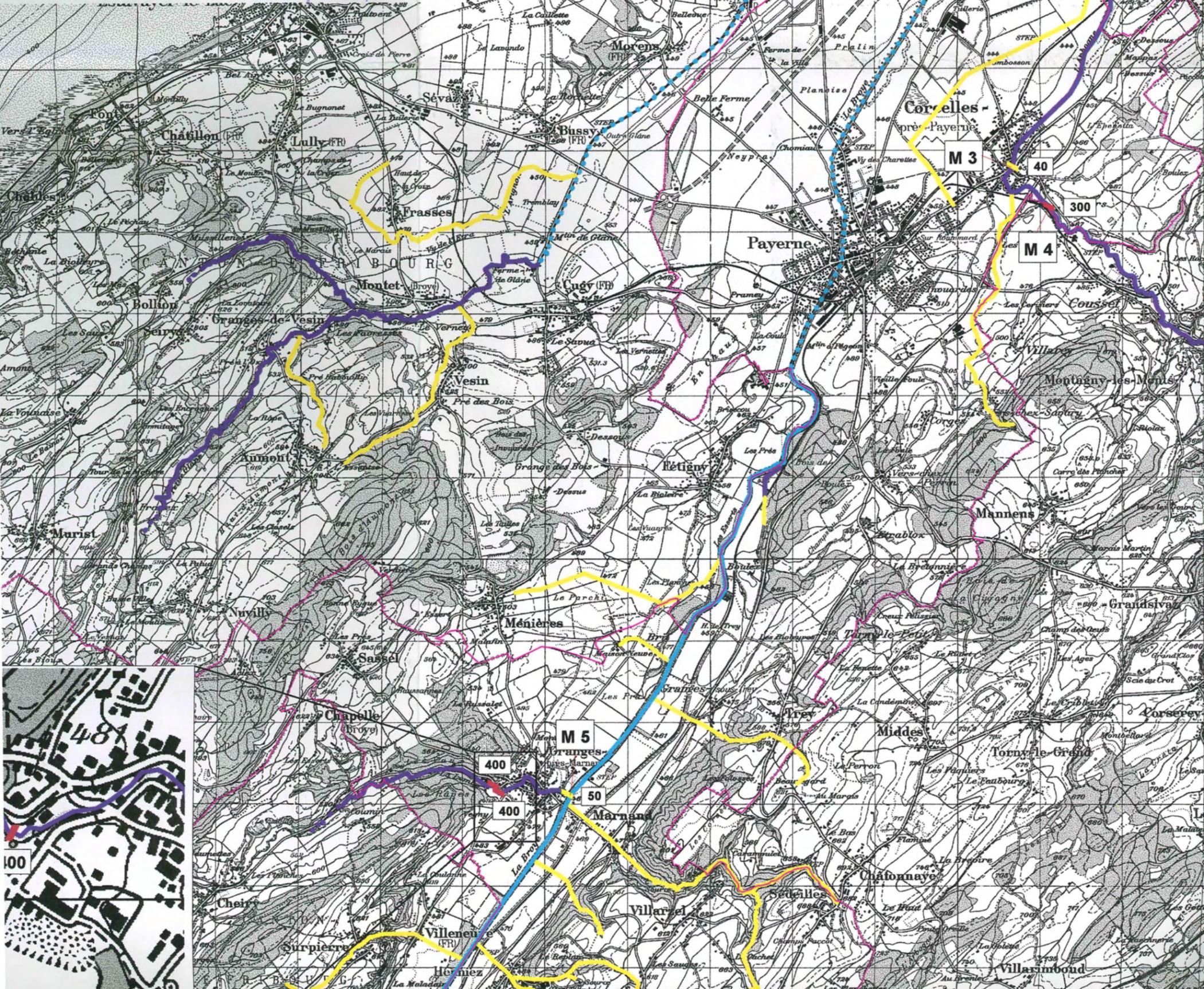
öhe in cm bei Niederwasser  
in cm bei Niederwasser

enweise geeignet.  
en zwischen der Klasse 1 und 3.  
ungeeignet.  
ngungen zwischen der Klasse 3 und 5.  
: Laichmöglichkeiten evt. vorhanden, aber nicht nutzbar,

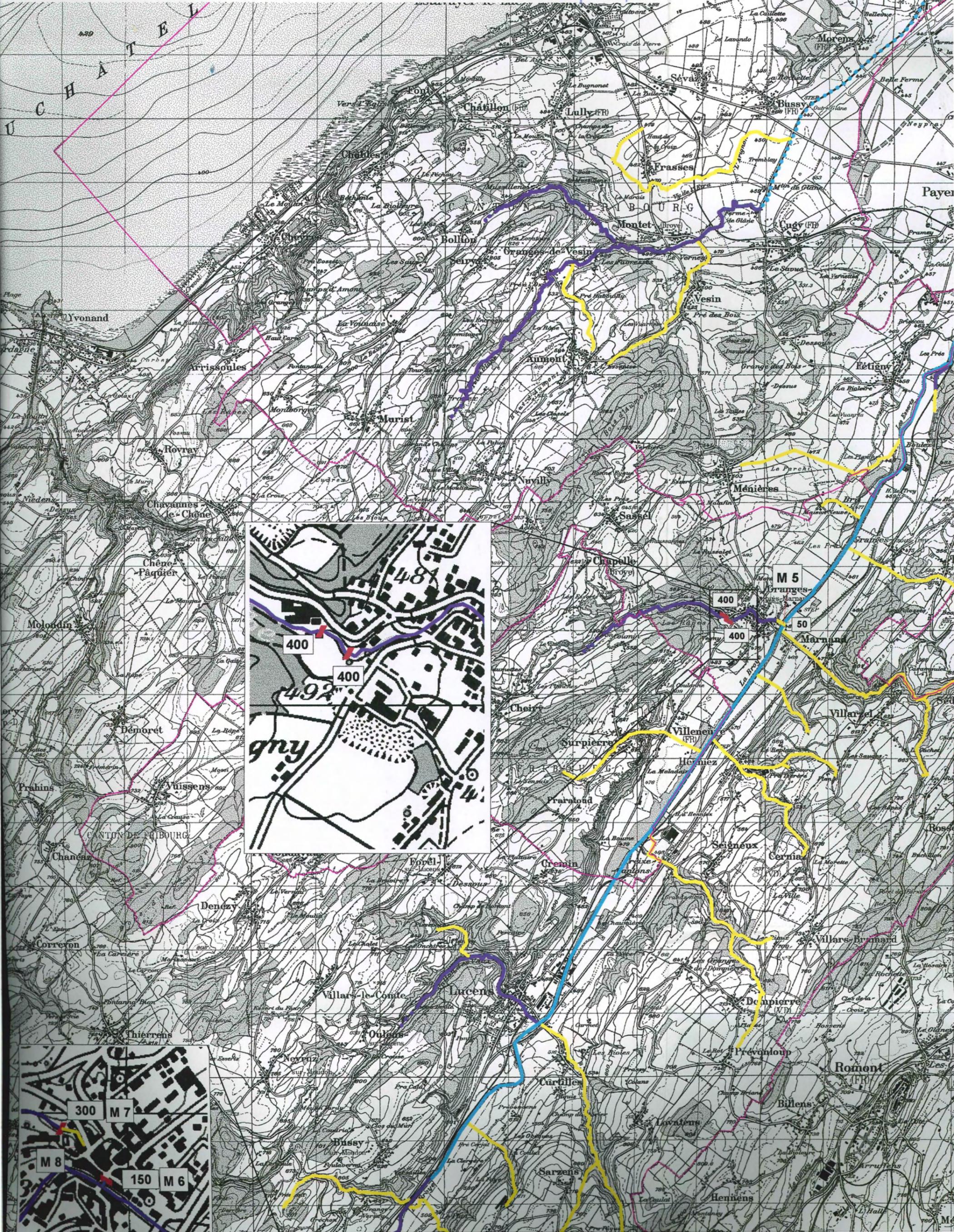
16.10.97.  
ie numérique (Dép. des forêts du canton de Fribourg).

umen: rot, grösse angepasst

original PC jul. 98



Massnahmen: rot, grösse angepasst  
Original PC jul.98



Massnahmen: rot, Grosse angeweist

Original PC Jul. 98

