



**Ingenieurbiologie im Jura**  
**Le génie biologique dans le Jura**  
**Ingegneria naturalistica nel Giura**

**INGENIEURBIOLOGIE**  
**GENIE BIOLOGIQUE**  
**INGEGNERIA NATURALISTICA**



**Mitteilungsblatt für die Mitglieder  
des Vereins für Ingenieurbiologie**

Heft Nr. 1/2013, 23. Jahrgang  
Erscheint viermal jährlich

**Herausgeber:**

Verein für Ingenieurbiologie  
c/o Hochschule Wädenswil  
FA Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Sekretariat Andrea Grimmer  
Grüntal, Postfach 335, CH-8820 Wädenswil  
Tel.: +41 58 934 55 31

**Internet-Adresse:**

<http://www.ingenieurbilogie.ch>

**Druck:**

Vögeli AG, Langnau i. E.

**Verantwortlicher Redaktor/  
Rédacteur responsable:**

Roland Scheibli  
Gossweiler Ingenieure AG  
Neuhofstrasse 34, Postfach  
CH-8600 Dübendorf 1  
Tel.: +41 44 802 77 11  
Fax: +41 44 802 77 01  
E-Mail: [rs@gossweiler.com](mailto:rs@gossweiler.com)

**Redaktionsausschuss/  
Comité de rédaction:**

Robert Bänziger  
Tel.: +41 44 850 11 81  
Fax: +41 44 850 49 83  
E-Mail: [info@baenziger-ing.ch](mailto:info@baenziger-ing.ch)

Monika Stampfer  
Tel.: +43 650 8615215  
E-Mail: [m.stampfer@gmx.ch](mailto:m.stampfer@gmx.ch)

**Lektorat/Lectorat:**

Martin Huber  
Tel.: +41 32 671 22 87  
Fax: +41 32 671 22 00

**Übersetzungen/Traductions:**

Rolf T. Studer  
E-Mail: [rolf.studer@mail.com](mailto:rolf.studer@mail.com)

Giulia Brocco  
E-Mail: [giulia.b@bluewin.ch](mailto:giulia.b@bluewin.ch)

**Veranstaltungen:**

Grimmer Andrea  
Verein für Ingenieurbiologie  
Grüntal  
CH-8820 Wädenswil  
Tel.: +41 58 934 55 31  
E-Mail: [grim@zhaw.ch](mailto:grim@zhaw.ch)

**Weitere Exemplare dieses Heftes  
können zum Stückpreis von Fr. 15.–  
beim Sekretariat bezogen werden.**

**Chères lectrices, chers lecteurs,**

La direction du Prix suisse des cours d'eau constituée par Pro Natura, l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux et l'Association suisse pour le génie biologique a décidé de décerner cette année le Prix des cours d'eau à une personnalité éminente du génie biologique. En la personne de Bernard Lachat, le prix distingue un homme qui se consacre depuis plus de trente ans au bien-être des ruisseaux et des fleuves dans la moitié de l'Europe.

Lorsque j'ai rencontré Bernard pour la première fois en automne 1989 au Tigueley à Belfaux, en compagnie de notre vieil ami décédé bien trop vite Danilo Zuffi, j'ai trouvé en lui un pionnier d'une méthode de construction depuis longtemps oubliée. En tant que biologiste doté d'une vaste compréhension technique, il parvient parfaitement à expliquer à ses collègues les techniques d'aménagement à l'aide des plantes et des ressources des cours d'eau. Son enthousiasme en bonne et due forme se transmet naturellement à ses collègues. En remarquable entrepreneur, son entreprise est devenue au cours des dernières années un bureau incontournable dans le domaine du génie biologique, avec des mandats le conduisant essentiellement en Suisse romande, en France et en Espagne. Comme mentionné, l'envie de transmettre ses connaissances sous forme orale, mais également par des publications et par des livres, fait de lui un être tout à fait spécial. Ainsi en 1994 déjà, il a publié pour le compte du Ministère français de l'environnement un guide pratique pour la consolidation des talus par des mesures du génie biologique. En 2008, de nouveau pour les autorités françaises, il a composé un guide complet sur le génie biologique. En plus de ces principaux travaux, il a publié d'innombrables articles parus dans différentes revues.

Cher Bernard, merci beaucoup pour ton travail dédié à cette bonne cause, que

tes compagnons de longue date et ton épouse soient aussi remerciés. Cordiales félicitations pour le Prix suisse des cours d'eau.

Rolf Studer

**Werte Leserinnen, werte Leser**

*Die Leitung des Gewässerpreises der Schweiz bestehend aus der Pro Natura, dem Wasserwirtschaftsverband, dem Verband für Abwasser- und Gewässerschutzfachleute sowie dem Verein für Ingenieurbilogie hat beschlossen, den diesjährigen Gewässerpreis einer herausragenden Persönlichkeit des Ingenieurbilogiewesens zu vergeben. In der Person von Bernard Lachat wird ein Mann ausgezeichnet, der sich seit mehr als dreissig Jahren für das Wohl der Bäche und Flüsse in halb Europa einsetzt.*

*Als ich Bernard das erste Mal traf, es war im Herbst 1989 am Tigueley in Belfaux mit unserem alten, allzu früh verstorbenen Freund Danilo Zuffi, habe ich ihn als Pionier einer längst vergessenen Bauweise, angetroffen. Als Biologe mit technischem Verständnis versteht er es ausgezeichnet, den Ausbau an Gewässern mit Pflanzen und Hilfsmitteln den Berufskollegen und -kolleginnen zu erklären. Sein Enthusiasmus ist förmlich auf die Berufskollegen übertragen worden. Als erfolgreicher Unternehmer ist sein Betrieb in den letzten Jahren zu einem wichtigen Büro in der Ingenieurbilogie geworden. Die Arbeiten führten ihn vor allem in die Romandie, nach Frankreich und Spanien.*

*Was ihn ganz speziell macht, ist, wie schon erwähnt, das Bedürfnis, seine Kenntnisse nicht nur in mündlicher Form, sondern auch in Publikationen und Büchern weiterzugeben. So hat er schon 1994 für das französische Umweltministerium einen Leitfaden für Böschungssicherungen mit ingenieurbilogischen Massnahmen veröffentlicht. 2008 hat er, wieder für die französischen Behörden, einen kompletten Führer über die Ingenieurbilogie verfasst. Neben diesen Hauptwerken hat er unzählige Publikationen in verschiedenen Heften verfasst.*

*Lieber Bernard, vielen Dank für deine Arbeit für diese gute Sache, auch deinen langjährigen Weggefährten und deiner Gattin sei gedankt. Herzliche Gratulation für den Gewässerpreis.*

Rolf Studer

**Titelbild/Frontispice**

Bernard Lachat, lauréat du prix des cours d'eau 2013 (photo : Biotec)  
Bernard Lachat, Gewinner Gewässerpreis 2013 (Foto: Biotec)  
Bernard Lachat, vincitore del Premio corsi d'acqua 2013 (foto: Biotec)

# Restauration et revitalisation des Etangs des Coeudres à Damphreux, canton du Jura

Gilles Bütikofer

## Résumé

Les Etangs des Coeudres à Damphreux sont d'anciens étangs à carpes inscrits dans plusieurs inventaires fédéraux (fig. 1). Construits en 1968, ces étangs se sont progressivement asséchés et reboisés en grande partie en raison de la dégradation de leurs digues, endommagées par l'action conjointe de l'eau et du rat musqué (*Ondrata zibethicus*). Afin de retrouver des surfaces d'eau libre et d'ouvrir le milieu, notamment pour les oiseaux d'eau migrateurs, d'importants travaux de revitalisation et de réfection des digues ont été réalisés entre 2008 et 2011. Afin de préserver les écotypes locaux, la végétalisation des surfaces travaillées a été opérée en utilisant le potentiel grainier du site, sans apport de matériel extérieur, hormis pour la création de haies.

## Mots-clés

Etangs des Coeudres, inventaire fédéral, revitalisation, réfection des digues.

## Restaurierung und Revitalisierung der Coeudres-Teiche in Damphreux im Kanton Jura

### Zusammenfassung

Die Coeudres-Teiche in Damphreux sind in verschiedenen Bundesinventaren als vormalige Karpenteiche eingetragen (Abb. 1). Da die Deiche auf Grund von Schädigungen durch die Bismarcke (Ondrata zibethicus) und durch die Einwirkung des Wassers zunehmend verfielen, sind die 1968 errichteten Teiche nun zu grossen Teilen eingetrocknet und verbuscht. Um die offenen Wasserstellen wiederherzustellen und insbesondere den Zugvögeln wieder zugänglich zu machen, wurden zwischen 2008 und 2011 Revitalisierungsarbeiten und Massnahmen zur Instandsetzung der Deiche durchgeführt. Um die lokalen Ökotypen zu bewahren, wurde die Begrünung der ausgewählten Flächen ausschliesslich mit vor Ort vorhandenem Saatgut vorgenommen. Lediglich bei der Anlegung der Hecken wurde von aussen zugeführtes Material verwendet.

## Keywords

Coeudres-Teiche, Bundesinventar, Revitalisierung, Instandsetzung der Deiche.

## Riassetto e rivitalizzazione degli Stagni di Coeudres a Damphreux, Canton Giura

### Riassunto

Gli Stagni di Coeudres a Damphreux sono degli antichi stagni di carpe iscritti invari inventari federali (fig. 1). Costruiti nel 1968, questi stagni si sono progressivamente prosciugati e rimboscati in gran parte a causa del degrado delle loro dighe, danneggiate dall'azione combinata dell'acqua e del topo muschiato (*Ondrata zibethicus*). Per ritrovare degli specchi d'acqua liberi e aprire l'ambiente, in particolare agli uccelli acquatici migratori, degli importanti lavori di rivitalizzazione e di rifacimento delle dighe sono stati realizzati tra il 2008 e il 2011. Al fine di preservare gli ecotipi locali, il rinverdimento delle superfici lavorate è stato effettuato utilizzando le potenziali sementi del luogo, senza apporto di materiale dall'esterno, fatta eccezione per la creazione di siepi.

## Parole chiave

Stagni di Coeudres, inventari federali, rivitalizzazione, rifacimento delle dighe.

## 1 Situation initiale

Le site des Coeudres à Damphreux est un complexe de six anciens étangs à carpes construits en 1968 dans un secteur d'une dizaine d'hectares présentant une hydromorphie partielle liée à la présence de lentilles d'argile. La figure 2 donne une illustration d'un des étangs en 1979.

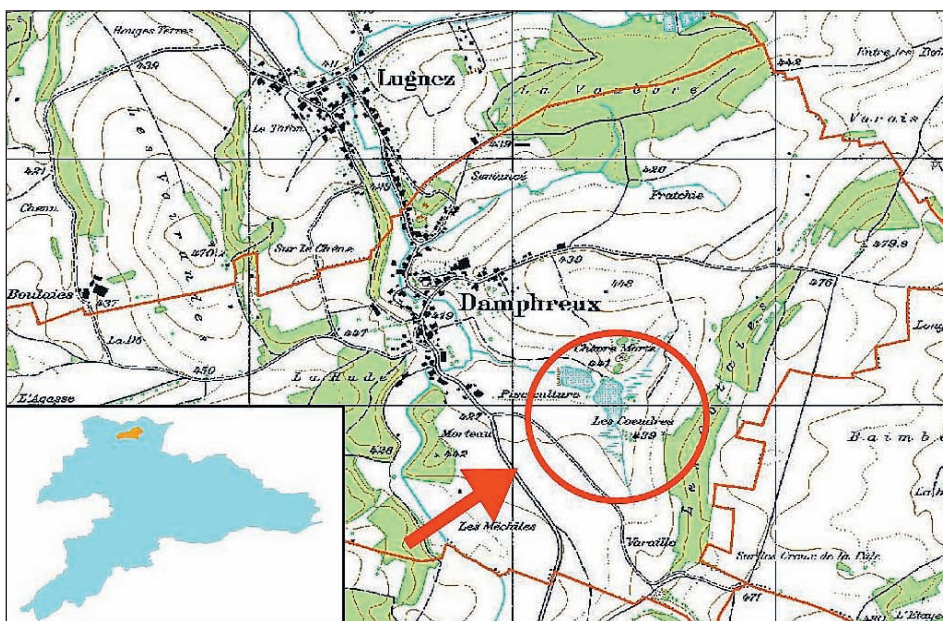


Fig. 1 : Localisation du site.

Abb. 1: Überblick über den Standort der Coeudres-Teiche.

Fig. 1: Posizione del luogo.



Cette création fut favorable à la nature puisque l'observation a montré que les surfaces d'eau et de marais sur ces terrains dégagés ont rapidement attiré les oiseaux migrateurs comme le balbusard pêcheur (*Pandion haliaetus*) ainsi que de nombreux limicoles dont le vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), le courlis cendré (*Numenius arquata*), la bécassine des marais (*Gallinago gallinago*) et divers chevaliers (*Tringus sp.*).

La Fondation des marais de Damphreux (FMD) a été créée en 1993 afin de sauvegarder ce site ainsi que d'autres. Cette fondation a saisi l'opportunité du remaniement parcellaire pour acquérir les étangs et une partie des parcelles voisines afin d'y instaurer une exploitation extensive.

L'état des étangs s'est cependant fortement dégradé depuis leur création, notamment par l'action de l'eau (batil-

## 1 Ausgangslage

Die Coeudres-Teichanlage in Damphreux besteht aus sechs vormaligen Karpfenteichen und wurde 1968 auf einem etwa zehn Hektar grossen, teilweise vernässten und auf Grund dessen mit Wasserlinsen bewachsenen Gebiet errichtet. Abb. 2 zeigt einen Karpfenteich im Jahr 1979.

Wie sich durch Beobachtung ergab, konnte durch die Errichtung der Teiche und die so entstandenen offenen Wasseroberflächen und Sümpfe Naturraum für Zugvögel wie den Fischadler (*Pandion haliaetus*) und viele Watvögel, etwa den Kiebitz (*Vanellus vanellus*), den Grossen Brachvogel (*Numenius arquata*), die Bekassine (*Gallinago gallinago*) und verschiedene Strandläufer (*Tringus sp.*), geschaffen werden.

Später wurde die Gegend im Bundesinventar der Sumpfgebiete von nationaler Bedeutung und im Bundesinventar der Lurchbrutstätten von nationaler Bedeutung eingetragen und stellt einen regional wichtigen Rastplatz für die Watvögel dar. Die Stiftung für die Erhaltung des Damphreux-Sumpfgebiets (FMD) wurde 1993 gegründet und kümmert sich um den Schutz des Damphreux-Sumpfgebiets und auch um andere Sumpfgebiete. Diese Stiftung nutzte eine Landumlegung, um die Teiche und einen Teil der benachbarten Parzellen zu erwerben um dort eine extensive Bewirtschaftung einzuführen.



Fig. 2 : Vue des étangs en 1979 (photo B. Lachat).  
Abb. 2: Blick auf die Karpfenteiche im Jahr 1979 (Foto B. Lachat).  
Fig. 2: Vista degli stagni nel 1979 (foto B. Lachat).

Par la suite, le site a été inscrit à l'inventaire fédéral des bas-marais d'importance nationale, à l'inventaire fédéral des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale et constitue un site d'escale d'importance régionale pour les limicoles.

lage) et du rat musqué qui a miné les digues. Les surfaces d'eau ont régressé et une partie importante des étangs s'est reboisée, péjorant ainsi leur attrait pour les limicoles (fig. 3 et 4).



Fig. 3 : Secteur des étangs fortement atterri et reboisé (photo Biotec).  
Abb. 3: Stark verlandeter und verbuschter Bereich (Foto Biotec).  
Fig. 3: Zona degli stagni molto interrata e rimboschita (foto Biotec).



Fig. 4 : Etat très dégradé d'une des digues frontales avec ancien ouvrage de vidange (photo Biotec).  
Abb. 4: Sicht auf einen stark verfallenen vorderen Deich mit altem Abflussbauwerk (Foto Biotec).  
Fig. 4: Pessimo stato di una delle dighe anteriori con vecchia opera scarico (foto Biotec).



Der Zustand der Teiche hat sich jedoch seit ihrer Errichtung stark verschlechtert, insbesondere auf Grund des Wellenschlags des Wassers und der Bismarratte, die die Deiche ausgehöhlt hat. Die Wasseroberflächen haben sich verkleinert und ein Grossteil der Teiche ist von Gestrüpp überwuchert, was sich negativ auf die Attraktivität der Stätte für die Watvögel auswirkt (Abb. 3 und 4).

**2 Principes de restauration**

Une analyse globale a permis de mettre en évidence les problèmes et dysfonctionnements techniques ainsi que les incidences biologiques. Sur cette base, des objectifs biologiques ont été définis notamment en termes de milieux naturels et d'espèces à fa-

voriser. Un concept d'aménagement a ensuite été établi (fig. 5).

D'importants travaux de débroussaillage ont été planifiés en phase initiale de chaque étape de travaux. En compensation, un important linéaire de haies et bosquets a été planté au tout début du chantier au nord et à l'ouest des étangs.

Pour le reste, le concept de base a été de restaurer les digues frontales de chaque étang et de les prolonger jusqu'à ce qu'elles rejoignent le terrain naturel, ce qui a permis de supprimer les digues latérales. Ce principe présentait notamment les avantages suivants :

- augmentation considérable des surfaces d'eau libre (et de sols présentant une hydromorphie élevée) ;

- création de rives douces au lieu de digues latérales abruptes, permettant ainsi une zonation végétale caractéristique ;

- diminution des coûts des travaux due à l'absence de réfection des digues latérales (linéaire important).

Sur chaque étang, un nouveau système de régulation des niveaux d'eau a été reconstruit selon le principe du Moine (fig. 6). Ces nouvelles installations permettent notamment de faire varier facilement et précisément les niveaux d'eau. Un concept de gestion des niveaux d'eau a ainsi été établi pour chaque plan d'eau afin de favoriser certaines espèces ou milieux naturels, notamment les communautés de plantes annuelles se développant en fin d'été sur des terrains temporairement exondés (*Nanocyperion* et *Bidention*).

**2 Prinzipien der Restauration**

Durch eine umfassende Analyse konnten technische Missstände und deren biologischen Auswirkungen aufgezeigt werden. Auf dieser Grundlage wurden biologische Ziele definiert, insbesondere hinsichtlich des Naturraums und der zu schützenden Arten. Sodann wurde ein Konzept für die Landschaftsgestaltung entwickelt (Abb. 5).

Für die Anfangsphase jeder Arbeitsetappe wurden umfangreiche Massnahmen zur Entfernung des Gestrüpps eingeplant. Zum Ausgleich wurde eine grosse Fläche im Norden und Westen der Teiche mit Hecken und Baumgruppen bepflanzt.

Des Weiteren wurden die vorderen Deiche jedes Teichs restauriert und bis zum natürlich belassenen Gelände verlängert, wodurch die seitlichen Deiche entfernt werden konnten. Dieses Prinzip hatte insbesondere die folgenden Vorteile:

- eine beträchtliche Vergrösserung der freien Wasseroberflächen (und der Böden mit erhöhter Vernässung)
- die Schaffung von sanft abfallenden Ufern anstatt abrupten seitlichen Deichen, was eine charakteristische Zonierung des Pflanzenbewuchses zur Folge hat
- Senkung der Kosten des Projekts, da die seitlichen Deiche nicht wieder

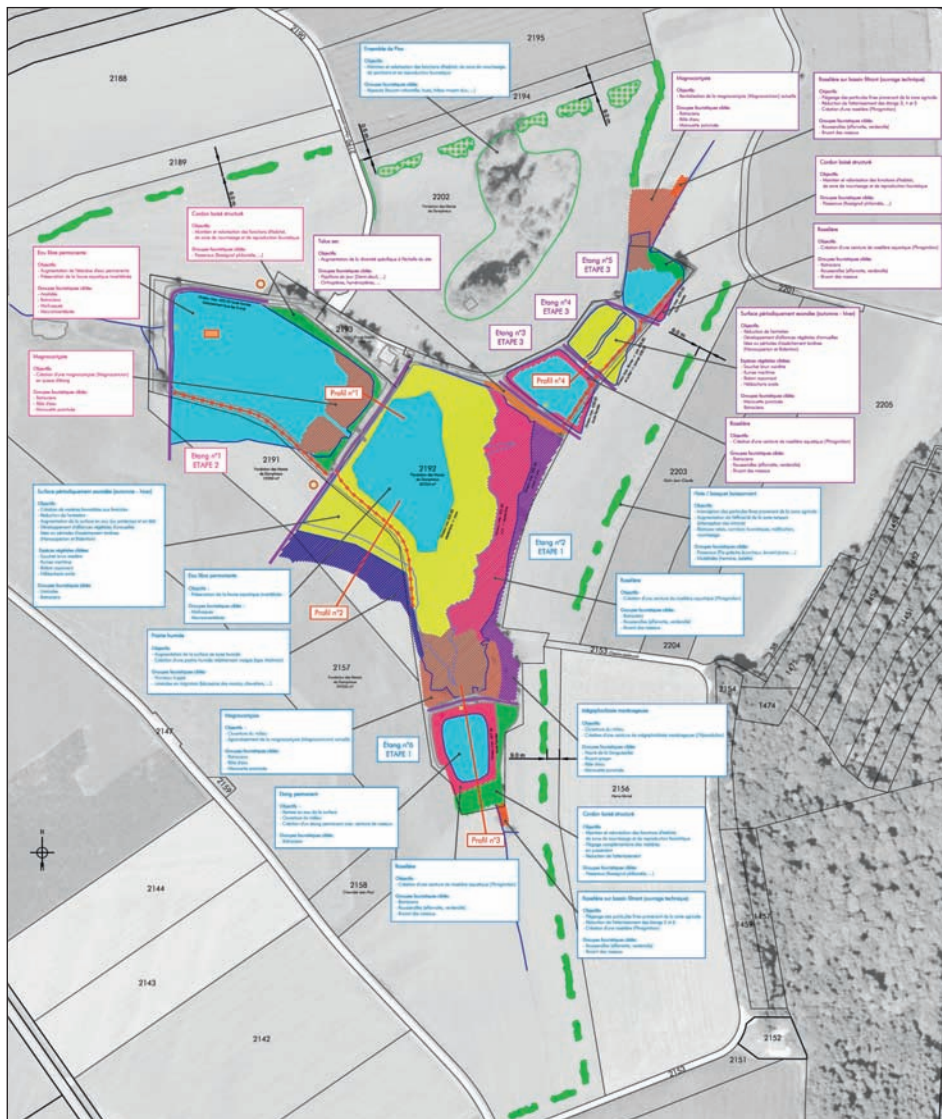


Fig. 5 : Mosaïque de milieux projetés (Biotec).

Abb. 5: Ansicht der mosaikartig aus unterschiedlichen Lebensräumen zusammengesetzten Landschaft (Biotec).

Fig. 5: Mosaico di ambienti progettati (Biotec).



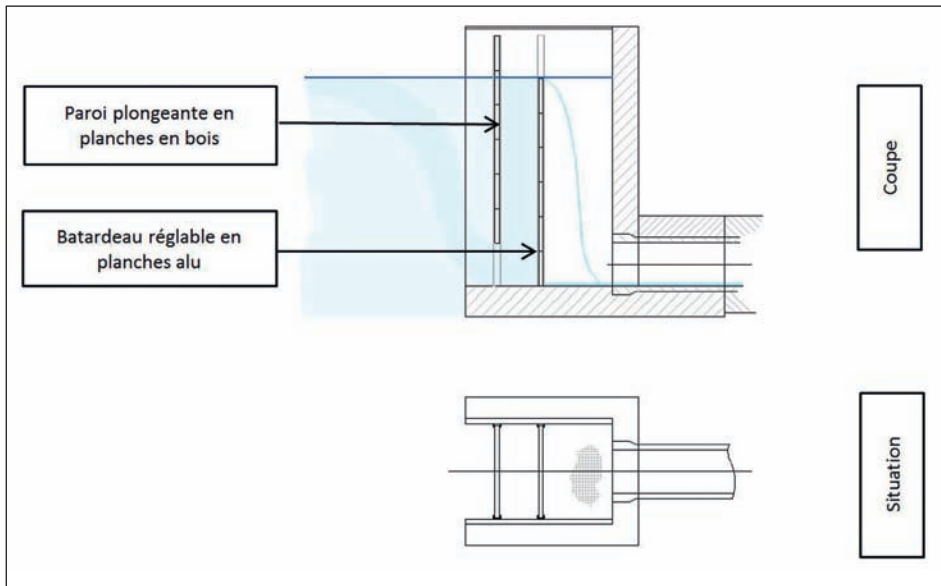


Fig. 6 : Plan type schématique du système de « Moine » (Biotec).  
 Abb. 6: Schematische Darstellung des Systems «Mönch» (Biotec).  
 Fig. 6: Piano tipo schematico del sistema «Moine» (Biotec).

instand gesetzt werden mussten (beachtliche Länge)  
 Auf jedem Teich wurden nach dem «Mönch»-Prinzip neue Systeme zur Regulierung des Wasserstands installiert (Abb. 6). Mit Hilfe dieser neuen Einrichtungen kann der Wasserstand präzise reguliert werden.

Für jede Wasserfläche wurde ein Konzept für das Management des Wasserstands erstellt, mit dem bestimmte Arten oder Naturräume begünstigt werden können. Dies ist insbesondere für diejenigen Pflanzengruppen von Wichtigkeit, die im Spätsommer auf temporär überschwemmtem Gebiet wachsen (Nanocyperion et Bidention).

### 3 Réaménagement des digues

Du matériel marneux de première qualité a pu être mis à disposition du chantier. Environ 2000 m<sup>3</sup> de marnes à opalines, extraits des anciens fours à chaux de St-Ursanne dans le cadre d'un projet de recherche international, ont en effet pu être obtenus.

Les linéaires de digues maintenues ont été reprofilés et rechargés avec les marnes avant d'être talutés en remblais avec le matériel de déconstruction des anciennes digues latérales.

Sur les secteurs de prolongement de digues, un noyau de marnes a été cons-

truit, puis épaulé avec des matériaux terreux issus des divers terrassements (fig. 7). L'ensemble des digues a été retaluté avec des pentes de l'ordre de 1V/5H du côté amont, ce qui permet de réduire l'effet du battillage et favorise une transition plus naturelle entre les écosystèmes aquatiques et terrestres.



Fig. 7 : Illustration d'un prolongement de digue en travaux. On distingue au premier plan le noyau de marnes à opalines et en second plan le talutage final avec des matériaux terreux du site (photo Biotec).  
 Abb. 7: Darstellung einer Deichverlängerung während der Bauarbeiten. Im Vordergrund ist der Deichkern aus opalinem Mergel zu sehen, im Hintergrund sehen wir die fertiggestellte Abböschung mit vor Ort vorhandenem Erdmaterial (Foto Biotec).  
 Fig. 7: Illustrazione di lavori di prolungamento di una diga. Si distingue in primo piano il nucleo di marna con opaline e in secondo piano la disposizione finale a scarpata con materiali terrosi del luogo (foto Biotec).

Afin de lutter efficacement contre le rat musqué, un muret en béton maigre a été réalisé dans chaque digue. L'altitude de la base de ce muret a été calée 0,5 m en-dessous du terrain naturel le plus bas à proximité. Ces murets ont été réalisés par creusage avec un godet étroit de pelle mécanique après la réalisation des digues. Du béton maigre a ensuite été coulé dans ces tranchées (fig. 8 et 9). La végétalisation des nouvelles digues et des secteurs travaillés a été réalisée uniquement avec du matériel du site, ceci afin de ne pas importer des espèces d'écotype non local mais également afin de favoriser le stock grainier des matériaux du site.

Sur l'ensemble de l'emprise des prolongements de digues, lors des terrassements initiaux, la couche superficielle (~ 20 premiers centimètres) contenant la végétation herbacée et une partie du système racinaire a été décapée par plaques avec une pelle mécanique puis mise en dépôt provisoire. Ces plaques ont ensuite été utilisées pour recouvrir les nouvelles digues et en priorité les zones où s'exerce le battillage (fig. 10).

Les secteurs pour lesquels l'on ne disposait pas suffisamment de plaques de



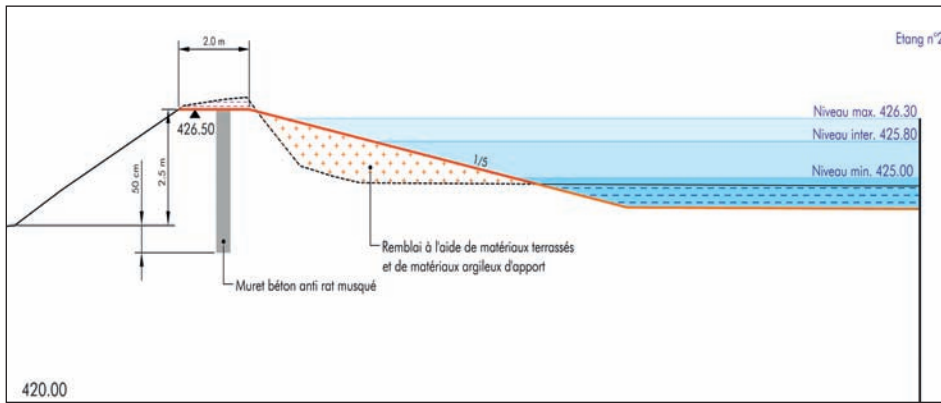


Fig. 8 : Profil type de réaménagement de digue (Biotec).  
 Abb. 8: Schematische Darstellung der Neugestaltung eines Deichs (Biotec).  
 Fig. 8: Profilo tipo di riassetto di diga (Biotec).

végétation ont simplement été laissés en l'état, les matériaux utilisés pour le talutage contenant un stock grainier suffisant. Il a cependant été décidé d'attendre que la végétation des digues pousse suffisamment pour la mise en eau des étangs, ceci afin d'éviter une érosion trop importante des nouvelles berges (fig. 11 à 13).

### 3 Wiederherstellung der Deiche

Etwa 2000 m<sup>3</sup> erstklassiger opaliner Mergel, die im Rahmen eines internationalen Forschungsprojekts aus den ehemaligen Kalköfen von St-Ursanne geborgen wurden, wurden für die Instandsetzungsarbeiten zur Verfügung gestellt. Die Konturen der beibehaltenen Deiche wurden herausgearbeitet und mit Mergel

verstärkt, bevor sie mit dem Material, das beim Abbau der seitlichen Deiche anfiel, abgeböscht wurden.

Beim Bau der Verlängerung der Deiche wurde ein Kern aus Mergel errichtet, dieser wurde sodann mit dem bei unterschiedlichen Erdbewegungsmassnahmen angefallenen Material verstärkt. Die Deiche wurden zum Teich hin mit dem Neigungsgrad 1V/5H abgeböscht, was dazu dient, den Effekt des Wellenschlags zu verringern, und einen natürlichen Übergang zwischen dem aquatischen und terrestrischen Ökosystem schafft.

Um die Bismarcke wirkungsvoll zu bekämpfen, wurde in jedem Deich eine Wand aus Magerbeton angebracht. Die Höhe des Wandfundaments wurde auf

0,5 m unter dem niedrigsten natürlichen Terrain in der Nähe festgelegt. Diese Wände wurden durch Bohrung mit Hilfe eines Baggers mit schmalen Löffel in den bereits fertigen Deich eingelassen (Abb. 8 und 9).

Die Begrünung der neuen Deiche und des umgebauten Geländes wurde ausschliesslich mit vor Ort vorhandenem Material vorgenommen, um keine Spezies eines nicht lokalen Ökotyps einzuführen und um die Verbreitung des vor Ort vorhandenen Saatguts zu fördern. Während der gesamten Deichverlängerungsmassnahmen sowie während der anfänglichen Erdumschichtungsarbeiten wurde die oberste Erdschicht (~ die ersten 20 Zentimeter), die die krautige Vegetation und einen Teil des Wurzelsystems beinhaltet, schollenweise mit Hilfe eines Baggers abgetragen und in einem Übergangslager aufbewahrt. Diese Schollen wurden sodann verwendet, um die neuen Deiche zu bedecken, insbesondere an Stellen mit starkem Wellenschlag (Abb. 10).

Die Bereiche, für die nicht genügend Vegetationsschollen vorhanden waren, wurden nicht weiter bearbeitet, da vorausgesetzt wurde, dass das für die Abböschung verwendete Material genügend Saatgut enthält. Es wurde jedoch beschlossen, zu warten, bis die Vegetation nachgewachsen ist, bevor



Fig. 9 : Creusage d'une tranchée dans la digue pour réalisation du muret anti-rat musqué (photo Biotec).  
 Abb. 9: Aushebung eines Grabens im Deich, um die Wand zum Schutz gegen die Bismarcke einzulassen (Foto Biotec).  
 Fig. 9: Scavo di una trincea nella diga per realizzare un muretto anti-topo muschiato (foto Biotec).



Fig. 10 : « Plaques » de végétation décapée et mise en dépôt provisoire (photo Biotec).  
 Abb. 10: Abgetragene und zwischengelagerte, mit Vegetation bewachsene Erdschollen (Foto Biotec).  
 Fig. 10: «Lastre» di vegetazione scarificata e messa in deposito provvisorio (foto Biotec).





Fig. 11 : Digue réaménagée, six mois après la fin des travaux (photo Biotec).  
 Abb. 11: Wiederaufgebauter Deich sechs Monate nach der Fertigstellung (Foto Biotec).  
 Fig. 11: Diga ristrutturata, sei mesi dopo la fine dei lavori (foto Biotec).



Fig. 12 : Vue d'un des étangs trois ans après les travaux (photo Biotec).  
 Abb. 12: Blick auf einen Teich drei Jahre nach Fertigstellung (Foto Biotec).  
 Fig. 12: Vista di uno degli stagni tre anni dopo i lavori (foto Biotec).



Fig. 13 : Vue d'un des étangs trois ans après les travaux (photo Biotec).  
 Abb. 13: Blick auf einen Teich drei Jahre nach Fertigstellung (Foto Biotec).  
 Fig. 13: Vista di uno degli stagni tre anni dopo i lavori (foto Biotec).



Fig. 14 : Rainette verte photographiée sur le site (photo Biotec).  
 Abb. 14: Laubfrosch, aufgenommen auf dem Dampfreux-Gelände (Foto Biotec).  
 Fig. 14: Raganella fotografata sul posto (foto Biotec).

die Teiche mit Wasser aufgefüllt werden, um eine Erosion der neuen Ufer zu vermeiden (Abb. 11 bis 13).

#### 4 Suivi et atteinte des objectifs

Un plan de gestion et d'entretien a été établi pour l'ensemble du site, comprenant un concept de suivi scientifique. Les derniers travaux s'étant achevés en 2011, peu de données de suivi sont disponibles à ce jour. Il a par contre déjà été observé que le site est très fréquenté par les oiseaux migrateurs et la population de rainette verte (*Hyla arborea*) a nettement augmenté suite aux travaux de restauration (fig. 14).

#### 4 Follow-up und Zielerreichung

Ein Plan für das Management und die Pflege des gesamten Geländes, inklusive einer kontinuierlichen wissenschaftlichen Beobachtung, wurde ausgearbeitet. Da die Instandsetzungsarbeiten erst im Jahr 2011 beendet wurden, liegen noch keine Daten der weiteren Entwicklung des Geländes vor. Es wurde jedoch bereits beobachtet, dass das Gelände häufig von Zugvögeln aufgesucht wird und die Laubfroschpopulation (*Hyla arborea*) seit den Instandsetzungsarbeiten stark zugenommen hat (Abb. 14).

#### Adresse de contact :

##### **Kontaktadresse:**

##### **Indirizzo di contatto:**

Gilles Bütikofer  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : gilles.butikofer@biotec.ch  
 www.biotec.ch



# L'Allaine en amont de Porrentruy, canton du Jura

François Gerber

## Un projet combiné de protection contre les crues et de revitalisation en zone urbanisée

### Résumé

Le projet de réaménagement de l'Allaine en amont de Porrentruy a été développé juste avant l'arrivée de la nouvelle Ordonnance sur la protection des eaux et la définition de l'espace cours d'eau. Toutefois, une emprise relativement importante a pu être négociée et ceci en zone industrielle.

Malgré les nombreuses contraintes existantes, telles que des canalisations et des lignes électriques de haut voltage dans les berges, une route, des voies de chemin de fer, le cours d'eau a pu être revitalisé. L'augmentation de son gabarit hydraulique pour faire transiter la crue centennale sans débordement dans la zone industrielle a permis également la création de terrasses inondables et érodables. L'Allaine peut donc à nouveau retrouver un semblant de dynamique naturelle.

### Mots-clés

Allaine, protection contre les crues, dynamique naturelle

## Die Allaine oberhalb von Pruntrut, Kanton Jura – ein kombiniertes Projekt zum Hochwasserschutz und zur Revitalisierung im Siedlungsraum

### Zusammenfassung

Das Neugestaltungsprojekt Allaine oberhalb von Pruntrut ist vor der Gewässerschutzverordnung und deren Definition des Wasserraums entwickelt worden. Allerdings konnte ein ziemlich wichtiger Einfluss ausgehandelt werden, und zwar in der Industriezone.

Trotz der zahlreichen bestehenden Hindernisse wie Kanalisationen und Hoch-

spannungsleitungen in Ufergebieten, einer Strasse und Eisenbahnstrecken konnte der Wasserlauf revitalisiert werden. Die Verbreiterung des Querprofils, um eine Überschwemmung der Industriezone durch ein Jahrhunderthochwasser zu verhindern, hat ebenfalls die Schaffung von überschwemmbar und erodierbaren Terrassen ermöglicht. Die Allaine kann also wieder eine natürliche Dynamik finden.

### Keywords

Allaine, Hochwasserschutz, natürliche Dynamik

## L'Allaine a monte di Porrentruy, Canton Giura – un progetto combinato di protezione contro le piene e di rivitalizzazione in zona urbanizzata

### Riassunto

Il progetto di riassetto dell'Allaine a monte di Porrentruy è stato sviluppato

appena prima dell'arrivo della nuova ordinanza sulla protezione delle acque e della definizione dello spazio corso d'acqua. Tuttavia, si è potuto negoziare un esproprio relativamente importante, e tutto ciò in zona industriale.

Nonostante i numerosi ostacoli, come canalizzazioni e linee elettriche ad alta tensione negli argini, una strada e delle vie ferroviarie, il corso d'acqua è potuto essere rivitalizzato. L'aumento della sua portata idraulica per far transitare la piena centennale senza straripamento nella zona industriale ha permesso anche la creazione di terrazze inondabili ed erodibili. L'Allaine può così ritrovare una parvenza di dinamica naturale.

### Parole chiave

Allaine, protezione contro le piene, dinamica naturale

### 1 Introduction

Le réaménagement de l'Allaine en amont de la ville de Porrentruy a fait



Fig. 1 : Image d'une crue trentennale dans la zone industrielle de Roche de Mars en 2007 à l'entrée de Porrentruy (image prise lors de la décrue) (photo Biotec).





Fig. 2 : Image d'une crue centennale sur l'Allaine en ville de Porrentruy en 1917 (photo anonyme).



Fig. 3 : Travaux de corrections de l'Allaine dans les années 1940 avec la création d'un chenal totalement empierré et des pieds de berge réalisés en perré maçonné (photo Dr. A. Perrone, musée de l'Hôtel-Dieu, Porrentruy).

partie du plan de soutien à l'économie locale lancé par le canton du Jura lors de la crise financière de 2008. Cet aménagement a été retenu car lors des crues de 2007, des dégâts pour plus de 4 mio ont été causés sur les bâtiments à l'entrée de la ville (fig. 1).

## 2 Historique

C'est suite à de très importantes crues au début du 20<sup>e</sup> siècle (fig. 2) que l'Allaine avait été déplacée et corrigée. Ses méandres ont été supprimés et son lit naturel a été remplacé par un chenal empierré dont l'unique but était l'évacuation des eaux (fig. 3).

En plus des aspects de protection contre les crues, le projet de réaménagement de l'Allaine devait donc intégrer l'amélioration de la qualité biologique du milieu et ceci d'autant plus que des seuils, infranchissables pour la faune piscicole, avaient été construits lors de la correction de la rivière pour stabiliser le fond du lit.

## 3 Espace cours d'eau retenu pour le projet

Le linéaire concerné par le projet est divisé en deux parties en fonction des emprises qui pouvaient être mises à disposition de la rivière. En amont, les terrains sont inscrits en zone industrielle mais ne sont pas encore construits. Un espace supérieur à l'espace minimal demandé par la nouvelle Loi fédérale sur la protection des eaux a pu tout de même être réservé pour le cours d'eau (envi-

ron 25 m) et le reste de la future zone industrielle a été rehaussé à l'aide des matériaux de terrassement (fig. 4). Ce remblai était le compromis proposé pour convaincre les propriétaires fonciers de céder du terrain à la rivière et ainsi se retrouver hors d'eau en cas de crue.

Par contre, plus en aval, des infrastructures se trouvent à proximité de la rivière, et malgré des frais très importants et des négociations difficiles avec les riverains, l'espace minimal (environ 18 m) a tout de même été retenu. En effet, le projet a provoqué le déplacement d'une batterie de câbles électriques de très haut voltage, le déplacement d'une route d'accès qui dessert une école et une usine et également le doublement de la portée d'une passerelle pour piétons (fig. 5).

Au niveau des contraintes, il faut encore ajouter sur l'ensemble du projet une digue en rive gauche sur laquelle se trouvent deux lignes de chemin de fer, et en rive droite, un collecteur régional des eaux usées.

## 4 Description du projet

La revitalisation de l'Allaine devait donc intégrer toutes ces contraintes. Le concept général était la création de terrasses inondables et érodables permettant non seulement l'augmentation du gabarit hydraulique mais également une évolution possible du lit de la rivière (fig. 6 et 7).

Pour atteindre cet objectif de libre évolution du lit mineur, il a fallu tout d'abord déstructurer le fond du lit en supprimant les traverses en bois qui formaient l'ossature du canal et en enlevant une grande partie des blocs du fond du lit ainsi que le perré en rive droite. Une partie des blocs récupérés a été déposée devant le pied de berge gauche, côté CFF, pour renforcer la stabilité de cette rive. Des hélrophytes ont été plantés dans les interstices pour permettre une rapide intégration de cette petite terrasse. Les blocs ont également été utilisés pour former des petites îles au milieu du nouveau lit (fig. 8).

Pour offrir à la rivière la possibilité de modifier son lit dans l'emprise à disposition et ainsi de pouvoir évoluer par la suite, les terrasses inondables créées en déblai sur la rive droite n'ont pas été stabilisées (pas de pose de géotextiles biodégradables ni de semis) mais uniquement plantées d'hélrophytes pour donner un coup de pouce à un développement végétal adapté (fig. 9).

Par contre, les berges longeant ces terrasses ont été stabilisées pour garantir que la rivière resterait dans l'espace mis à sa disposition. Les contraintes hydrauliques n'ont pas permis d'utiliser des espèces ligneuses en bas de berge. Il a donc été décidé de mettre en place des « sacs » de géotextiles biodégradables (en coco), formés par un feutre aiguilleté et un filet, combinés avec des





Fig. 4 : Espace mis à disposition de l'Allaine dans un secteur actuellement sans construction mais inscrit en zone industrielle (premier plan). L'emprise à disposition de la rivière et de ses berges est passée de 11 à 25 m (photo Biotec).



Fig. 5 : Dans le secteur déjà bâti, l'espace redonné au cours d'eau a impliqué la démolition d'une route, la redéfinition des circulations dans la zone industrielle et le déplacement d'une batterie de câbles électriques de très haut voltage (photo Biotec).



Fig. 6 : Etat du canal de l'Allaine, avant la revitalisation, avec un fond constitué de casiers remplis de blocs et des berges constituées par un perré maçonné en pied (voir fig. 3). Aucune variation de largeur ou de structure dans le lit n'est possible (photo Biotec).



Fig. 7 : Nouvelle configuration de la rivière avec un fond du lit libéré de son corset et la création de terrasses inondables et érodables permettant à l'Allaine de créer elle-même une diversité de largeur, de vitesses d'écoulement et de qualité de substrats (photo Biotec).

ramilles non capables de rejeter et la plantation d'hélophytes (fig. 10).

Le feutre en coco permet de garantir le maintien des matériaux terreux en attendant que les hélophytes prennent racines et les ramilles permettent le ralentissement des eaux en pied de berge et donc le piégeage des sédiments. On a donc plutôt un phénomène de sédimentation plutôt que d'érosion sur ce pied de berge (fig. 11).

Le reste de la berge droite est également protégé par la mise en place de plantes herbacées issues d'un mélange grainier élaboré spécifiquement pour les cours d'eau ajoulots, le tout recouvert par

un géotextile biodégradable en coco. Quelques bosquets d'arbustes ont pu être plantés tout en haut de berge pour offrir abris et nourriture aux différentes espèces d'insectes et d'oiseaux typiques

des bords de cours d'eau. Le principe de végétalisation appliqué permet donc la stabilisation de l'arrière-berge tout en laissant un espace intéressant pour l'évolution naturelle du lit mineur et des



Fig. 8 : Création d'une certaine diversité et de structures dans le lit avec la mise en place d'îlots. Comme ici sur la photo, mais également avec des épis et des rampes (photo Biotec).





Fig. 9 : Les replats inondables en rive droite (ici en décrue) n'ont pas été stabilisés mais uniquement plantés d'hélophytes pour amener une certaine diversité et surtout laisser à la rivière la possibilité d'éroder ces terrasses pour définir elle-même son propre lit (photo Biotec).

replats humides pour un bon développement de la flore et la faune locales adaptées à ces milieux (fig. 12).

Bien que le secteur soit particulièrement contraint par une occupation des berges à fort enjeu, il a été possible de redonner une certaine fraîcheur à un cours d'eau extrêmement corseté et perturbé.

Un nouvel espace de vie aquatique a été créé avec une meilleure sécurité pour la ville de Porrentruy et un impact sociétal très positif.

Maître d'ouvrage : République et Canton du Jura, Service de l'Environnement Mandataires : groupement RWB, Buchs & Plumey, BG et BIOTEC

**Adresse de contact :**

François Gerber  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : francois.gerber@biotec.ch  
 www.biotec.ch



Fig. 10 : Réalisation du « sac » en géotextile biodégradable (coco) formé d'un feutre et d'un filet pour stabiliser le pied de berge à l'arrière des terrasses érodables (photo Biotec).



Fig. 11 : Détails du sac en coco avec l'effet des ramilles sur le piégeage des sédiments fins et plantation des hélophytes qui permettront la stabilisation du pied de berge à l'arrière des terrasses érodables (photos Biotec).







Fig. 12 : Une année après les premiers coups de pelles, la faune locale a déjà pris ses quartiers. Ici une famille de canards en vadrouille dans le nouveau lit de l'Allaine (photo Biotec).

**Mehr als grüne Böschungen. Mit Sicherheit!**

- Böschungsbegrünung
- Erosionsschutz
- Nasssaat
- Jute- und Kokosgewebe
- Hochlagenbegrünung
- Rohbodenbegrünung
- Wildblumenwiese

**Unser Angebot für eine erfolgreiche Begrünung:**

- Objektberatung
- Produkte ab Lager
- Ausführung und Einbau

**Begrünungen Hunn**

Pilatusstrasse 14, CH-5630 Muri AG  
 Tel. 056 664 22 25, Fax 056 664 29 25  
 info@begrueunungen-hunn.ch, www.begrueunungen-hunn.ch

**Nr.1**

**HydroSaat**  
 St. Ursen  
 Tel. 026 322 45 25  
 www.hydrosaat.ch

- **Ansaat**  
 von Strassen- und Bahnböschungen, Felspartien, Skipisten, Kies- und Schotterhalden und nichthumusierten Flächen
- **Dachbegrünungen**  
 mit Xeroflor®-Sedummatten für Dächer, Böschungen, Garten- und Rasenabschlüsse, Verkehrsinseln, Trottoirs
- **Ecotex®-Erosionsschutz**  
 mit Geotextilien, natürlich und biologisch abbaubar
- **Ingenieurbioologische Bauweisen**  
 Stützkonstruktionen zur Stabilisierung von Uferzonen und Böschungen



# Réactivation d'un hydrosystème et création d'une zone humide de 6,5 ha

Bernard Lachat

sur d'anciennes terres agricoles  
ouvertes

## Résumé

Le site des Esserts sur la commune de Boécourt (canton du Jura) s'inscrit dans une compensation aux impacts liés à l'autoroute A16, plus particulièrement aux impacts de la jonction de St-Ursanne.

Sur ce site, où jadis prévalaient la culture intensive et les prairies grasses, il a été envisagé de créer un vaste ensemble de zones humides. Des prés à litière, des prairies humides, des prairies maigres de fauche, plus séchardes, des nouveaux ruisseaux et des mares ont été mis en place. L'exécution d'un remembrement parcellaire a facilité la possession du terrain par le maître d'ouvrage de la route et a permis d'élaborer ainsi un projet de revitalisation complet et complexe.

A partir d'une simple décorrection des drainages, et la récupération de l'eau d'un étang piscicole, on a recréé par écoulement gravitaire, en surface, un ensemble humide très riche en écotones sur une surface de 6,5 ha avec une valeur paysagère et un fonctionnement écologique au niveau régional des plus remarquables.

## Mots-clés

hydrosystème, zone humide, fonctionnement écologique

## Reaktivierung eines Gewässersystems und Schaffung eines 6,5 ha grossen Feuchtgebiets auf alten offenen landwirtschaftlichen Flächen

### Zusammenfassung

Der Standort Esserts in der Gemeinde Boécourt (Kanton Jura) ist als Kompensationsmassnahme für Eingriffe der Autobahn A16 erstellt worden, insbesondere der Ausfahrt St-Ursanne.

An diesem Standort, wo früher intensive Kulturen und Fettwiesen waren, wurde die Schaffung einer grossen Feuchtgebietszone ins Auge gefasst. Streuenutzung, feuchte Wiesen, magere Wiesen, neue Bäche und Wasserlachen sind errichtet worden. Dass das Gelände im Besitz des Bauherrn der Strasse war, hat die Ausführung der Flurbereinigung vereinfacht und ermöglichte es, ein vollständiges und komplexes Revitalisierungsprojekt auszuarbeiten.

Mit einer einfachen Entwässerungskorrektur und der Wasserrückgewinnung eines Fischzuchtteiches hat man durch

die Schwerkraftströmung ein an der Oberfläche 6,5 ha grosses Feuchtgebiet wiederhergestellt. Dieses Feuchtgebiet ist reich an Biodiversität und verfügt über ein bemerkenswertes Landschaftsbild, dessen ökologische Funktionen auf regionalem Niveau sind.

## Keywords

Gewässersystem, Feuchtgebiet, ökologische Funktion

## Riattivazione di un sistema fluviale e creazione di una zona umida di 6,5 ha su di antichi terreni agricoli aperti

### Riassunto

L'area di Esserts nel comune di Boécourt (Canton Giura) è pensata per compensare gli impatti dell'autostrada A16, in particolare quelli del bivio di St-Ursanne. In quest'area, dove una volta prevalevano la coltivazione intensiva e i prati verdi, è stato progettato di creare un vasto insieme di zone umide. Sono stati stabiliti dei prati palustri, delle praterie umide, delle praterie magre da fieno più secche, dei nuovi ruscelli e degli stagni. L'esecuzione di una ricomposizione parcellare ha facilitato il possesso del



Fig. 1 : Etat initial de la zone de compensation : champ labouré (photo Biotec, 20.04.1989).



Fig. 2 : Etat initial de la partie amont du site : champ cultivé, terres ouvertes (photo Biotec, 03.02.1993).



terreno da parte del contraente generale delle opere stradali e ha permesso così di elaborare un progetto di rivitalizzazione completo e complesso.

Con una semplice ricorrezione dei drenaggi e il recupero dell'acqua da un impianto d'itticoltura, per scorrimento gravitazionale in superficie è stato ricreato un insieme umido molto ricco di ecotoni su di una superficie di 6,5 ha, con valori paesaggistici e funzionamento ecologico tra i migliori della regione.

### Parole chiave

Sistema fluviale, zona umida, funzionamento ecologico

## 1 Introduction

Une zone de 6,5 ha de terres agricoles a été acquise par l'Etat afin de créer une zone de compensation aux impacts de

l'autoroute A16 plus particulièrement aux impacts induits par la jonction de St-Ursanne.

Le site était constitué d'une grande partie de terres cultivées et labourées (fig. 1 et 2) de zones à terre plus mince et sous-sol argileux de moindre valeur agricole abritant des prairies, de quelques fossés drainants, d'une petite aulnaie noire (*Alnus glutinosa*).

Les sols étaient donc fortement exploités et engraisés.

## 2 Aménagement

Sur la base de cet état initial quelque peu artificiel, il n'était pas aisé de concevoir un projet de milieux naturels. L'idée générale qui a prévalu a été d'enlever une bonne quantité de terre végétale chargée en nutriments et de la redonner à l'agriculture réservée à la compensation. Ensuite l'idée de détruire

les drainages dans la zone devenait aussi une évidence, vu la nature du sous-sol. Ainsi, les travaux débutés en hiver 1992-1993 soit il y a 20 ans, ont principalement porté sur :

- le terrassement brut de la forme d'un ruisseau avec divers parcours annexes (fig. 3) ;
- la création de mares par le creusement de dépressions plus ou moins profondes dans le terrain (fig. 4) ;
- la destruction du système de drainage (fig. 5) ;
- le rehaussement du niveau piézométrique par des seuils en bois dans divers fossés (fig. 6) ;
- la création de prés à litière marécageux, de prairies extensives humides et de nombreux autres milieux aquatiques (fig. 7 à 10) ;
- la construction d'un étang dans l'aulnaie (fig. 11).



Fig. 3 : Travaux en cours. Terrassement et façonnage de nouveaux tracés pour l'eau en surface (photo Biotec, 26.02.1993).



Fig. 4 : Creusage de nombreuses dépressions afin de créer des mares plus ou moins profondes (photo Biotec, 17.02.1993).



Fig. 5 : Tous les drainages ont été détruits et leurs tracés aménagés à ciel ouvert (photo Biotec, 23.03.1993).

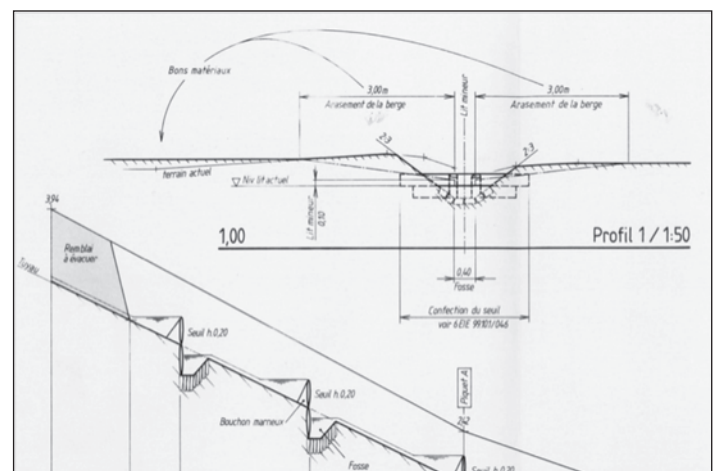


Fig. 6 : Extrait du plan d'exécution montrant l'élimination des tuyaux au profit de fossés complétés par des barrages en bois pour remonter au maximum le niveau piézométrique (Biotec, 1992).





Fig. 7 : Etat vers la fin des travaux. Une mosaïque de structures diversifiées a été mise en place en relation avec l'eau (photo Biotec, 18.03.1993).

Si la partie située en aval a pu bénéficier d'un apport d'eau liée à divers drainages latéraux, la partie en amont était plus délicate à alimenter.

Une dérivation des eaux du ruisseau de Boécourt, uniquement en crue, a été aménagée. Celle-ci est en chicane pour ne pas devoir subir le transport solide. Mais pour obtenir une alimentation permanente de la zone, notamment en étiage, c'est le trop-plein d'un étang piscicole qui a été récupéré. Cela permet de ne pas rejeter l'eau de l'étang directement au ruisseau car elle est fortement « chargée ». Cela favorise ainsi son autoépuration à travers la zone humide.

### 3 Conclusion

D'une surface en grande partie exploitée intensivement par l'agriculture, nous sommes passés à une mosaïque de milieux, très riche et diversifiée.



Fig. 8 : Quelques mois après les travaux, développement du nouveau ruisseau. A comparer avec la figure 2 (photo Biotec, 07.06.1993).

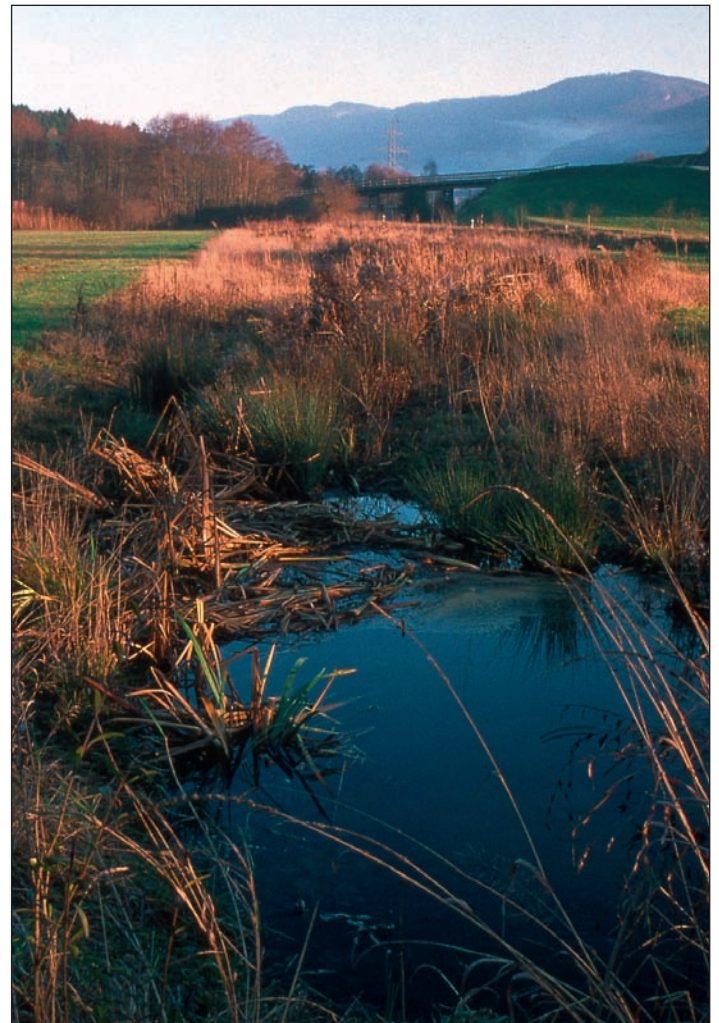


Fig. 9 : Vue du même secteur que la figure 8, deux ans après les travaux (photo Biotec, 15.12.1994).





Fig. 10 : Douze ans après les travaux, vue d'une portion de la zone humide montrant l'enchevêtrement des divers biotopes humides, herbacés ou ligneux. (photo Biotec, 25.04.2004).



Fig. 11 : Construction et développement d'un étang dans une aulnaie afin de diversifier le site au maximum (photos Biotec, 03.02.1993, 14.02.1993, 26.02.1993).

La composante principale est l'eau qui imbibe les sols par de nouveaux tracés et par une élévation du niveau piézométrique dans les lits des ruisselets créés. Petit à petit, une composition floristique initiale monotone se transforme en une riche diversité spécifique. Par simple transformation des écoulements souterrains (destruction de drains) avec une remise en surface des écoulements d'eau, on arrive à complètement transformer une zone agricole, même initialement fortement exploitée, en une

mosaïque de milieux naturels indispensables à la vie, au paysage, à la nature, à l'homme.

#### Adresse de contact :

Bernard Lachat  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : [bernard.lachat@biotec.ch](mailto:bernard.lachat@biotec.ch)  
[www.biotec.ch](http://www.biotec.ch)



# Restauration hydroécologique de la Veyle à St-Denis-lès-Bourg, département de l'Ain, France

Philippe Adam

## Résumé

La Veyle est un cours d'eau français dans le département de l'Ain, affluent de la Saône. Dès 1972, des graviers furent exploités massivement dans le lit du cours d'eau à St-Denis-lès-Bourg. Rapidement, cette exploitation donna naissance à un plan d'eau d'une superficie actuelle de plus de 45 hectares et d'environ 17 mètres de profondeur.

Le syndicat mixte « Veyle vivante » (maître d'ouvrage) envisagea comme mesure prioritaire de « sortir » la Veyle du plan d'eau de St-Denis-lès-Bourg, en créant un nouveau lit pour le cours d'eau. Biotec fut mandaté par le syndicat pour la conception et la maîtrise d'œuvre des travaux.

Le nouveau lit, d'une longueur d'environ 1900 mètres, fut créé de façon méandrique afin de produire un maximum de diversité écologique avec un minimum d'interventions (mise en eau fin 2009).

## Mots-clés

Restauration hydroécologique, Veyle, diversité écologique

## Gewässerökologische Restaurierung der Veyle in St-Denis-lès-Bourg, Département Ain, Frankreich

## Zusammenfassung

Die Veyle ist ein französisches Gewässer im Département Ain und Zufluss der Saône. Ab 1972 wurde der Kies im Bett des Wasserlaufs in St-Denis-lès-Bourg massiv genutzt. Sehr schnell ergab sich aus diesem Betrieb eine aktuelle Wasserfläche von mehr als 45 Hektar und ungefähr 17 Meter Tiefe.

Mit der Schaffung eines neuen Bettes für den Wasserlauf setzte die Gewerkschaft «Veyle vivante» (Bauherrin) vorrangig darauf, die Veyle aus der Wasserfläche von St-Denis-lès-Bourg

«herauszunehmen». Biotec wurde von der Gewerkschaft mit der Konzeption und der Leitung der Arbeiten beauftragt. Das neue, gekrümmte Bett von etwa 1900 Meter Länge wurde mit minimalen Interventionen erstellt, um eine möglichst grosse ökologische Vielfalt zu erhalten (Inbetriebnahme Ende 2009).

## Keywords

Gewässerökologische Restaurierung, Veyle, ökologische Vielfalt

## Restaurazione basata sull'ecologica fluviale della Veyle a St-Denis-lès-Bourg, dipartimento dell'Ain, Francia

## Riassunto

La Veyle è un fiume del dipartimento francese dell'Ain, affluente della Saona. Dal 1972, la ghiaia fu intensamente estratta dal letto del fiume a St-Denis-lès Bourg. Rapidamente, questo sfruttamento portò alla creazione di uno specchio d'acqua di una superficie attuale di più di 45 ha e di circa 17 metri di profondità.

Il sindacato misto «Veyle vivante» (contraente generale) decise in via prioritaria di far «uscire» la Veyle dal sistema fluviale di St-Denis-lès-Bourg, creando un nuovo letto. Biotec fu commissionato dal sindacato per la concezione e la gestione dei lavori.

Il nuovo letto – di una lunghezza di circa 1900 metri – è meandrico al fine di produrre una massima diversità ecologica con un minimo d'interventi (messa in acqua a fine 2009).

## Parole chiave

Restaurazione basata sull'ecologica fluviale, Veyle, diversità ecologica

## 1 Contexte européen

La Directive cadre européenne sur l'eau (DCE) milite en faveur d'un retour au bon état écologique des milieux aquatiques d'ici 2015 pour les « masses d'eau » dites prioritaires, puis jusqu'en 2021 ou 2027 pour les suivantes. Le retour au bon état écologique implique une restauration progressive des milieux aquatiques fortement altérés par les diverses interventions humaines et la résorption des dysfonctionnements hydromorphologiques subis.

Il est à ce sujet intéressant de souligner que par la DCE, en particulier en France, de nombreux exemples de restauration des milieux aquatiques voient le jour avec comme seul objectif la « restauration écologique » et non en tant que « mesure accessoire ou compensatoire » à d'autres intérêts (limitation des inondations, création de grandes infrastructures linéaires : routes, voies ferroviaires, etc.), comme c'est très fréquemment le cas en Suisse.

## 2 Introduction

La Veyle est un affluent de la Saône, qui s'étend globalement entre l'étang Magnenet à Chalamont (est de la Dombes) et Grièges (proche de Mâcon). Dès 1972, des graviers furent exploités massivement dans le lit de la rivière à St-Denis-lès-Bourg (département de l'Ain). Cette exploitation donna rapidement naissance à un plan d'eau d'une superficie actuelle de plus de 45 hectares et d'une profondeur moyenne d'environ 17 mètres.

Le fait que la Veyle traversait un plan d'eau était négatif à plus d'un titre :

- blocage des flux sédimentaires ;
- rupture de la continuité écologique ;
- hausse de la température de l'eau (de 3 à 5° C amont-aval et quelle que soit la saison) ;
- modification des peuplements pisciaires de la Veyle par prolifération des espèces d'eaux calmes ;



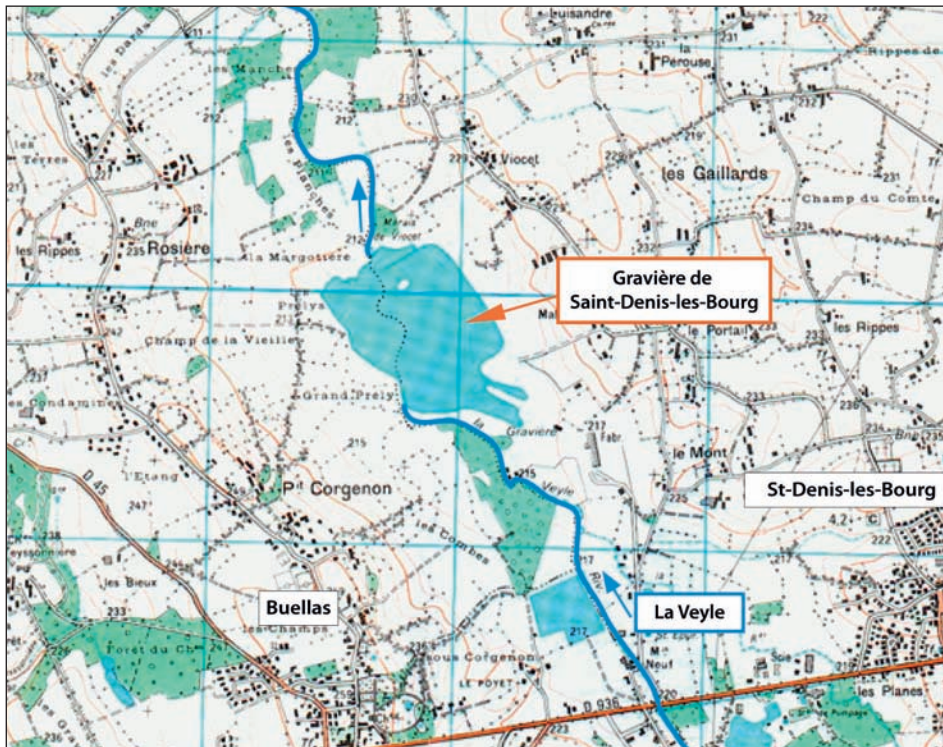


Fig. 1 : Localisation de la « gravière » de St-Denis-lès-Bourg sur le lit de la Veyle.

- risques de pollution de la nappe phréatique par des pollutions accidentelles ;
- etc.

Ainsi, conformément à la DCE qui milite en faveur de l'atteinte du bon état écologique en 2015, puis dans le cadre du contrat de rivière Veyle (plan directeur des travaux à mener sur l'ensemble du bassin versant de 2004 à 2011 pour une enveloppe globale budgétée de 20 millions d'euros), le syndicat mixte « Veyle vivante » (syndicat regroupant 50 communes du bassin versant) envisagea comme mesure prioritaire de « sortir » la Veyle du plan d'eau de St-Denis-lès-Bourg, en créant un nouveau lit pour le cours d'eau. Biotec fut mandaté d'abord pour la conception (phase avant-projet en collaboration avec J.R. Malavoï géomorphologue) puis pour la maîtrise d'œuvre des travaux.

### 3 Le projet

Le nouveau lit, d'un linéaire égal à quelques 1900 mètres, fut projeté de façon méandrique, avec une sinuosité inspirée des méandres préexistants avant l'exploitation des graviers.

La réalisation d'un nouveau cours d'eau (et de ses espaces annexes) dans un

endroit où il n'a jamais existé, fait appel à une multitude de contraintes :

- *foncière* : besoin de « négocier » une surface agricole de 13 ha répartie sur 17 parcelles cadastrales. Cette « négociation » a été prise en charge par l'exploitant actuel de la gravière (Gra-

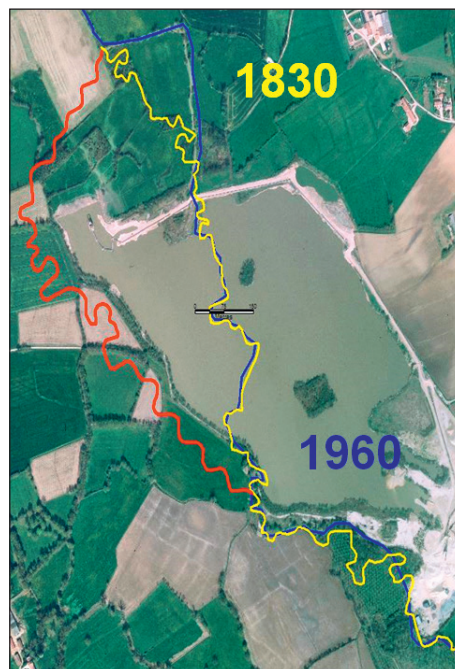


Fig. 2 : Illustration du lit méandrique initial de la Veyle (en jaune 1830), du lit au tracé rectifié (en bleu 1960) et du nouveau tracé schématisé (en rouge). Source : J.R. Malavoï / Biotec, 2005.

nulats Rhône Alpes, groupe VICAT). La gravière est toujours en activité, aujourd'hui hors cours d'eau, à l'est du plan d'eau ;

- *topographique* : définition d'un nouveau tracé en dehors de son talweg, minimisant les terrassements et l'« approfondissement » ;
- *paysagère* : la surface agricole à traverser était parsemée de haies, bosquets et arbres remarquables. Le choix du nouveau tracé a été d'éviter leur destruction, dans la mesure du possible ;
- *niveau de la nappe phréatique* : calage de la côte du fond du nouveau lit proche du niveau de la nappe phréatique, afin d'empêcher la perte du cours d'eau, ou au contraire d'éviter de « surdrainer » le secteur traversé ;
- *hydraulique* : calage du nouveau lit de manière à éviter l'inondation fréquente des parcelles agricoles proches du nouveau tracé et non acquises dans le cadre de la réalisation ;
- *granulométrique* : calage du fond du lit dans des couches de graviers, de manière à favoriser des substrats « biogènes » ;
- *évolutive des milieux créés* : choix d'ensemencer l'ensemble des surfaces travaillées proches du nouveau tracé, afin de limiter le développement d'espèces végétales néophytes à tendance invasive, en particulier l'Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), une plante allergisante très fréquente en région Rhône-Alpes ;
- *scientifique* : la Veyle ayant peu de puissance spécifique ( $\sim 17 \text{ W/m}^2$ ), elle est potentiellement peu capable d'amorcer elle-même des processus géodynamiques. De ce fait, à but expérimental puis afin d'en suivre l'évolution, le linéaire travaillé a été découpé en trois tronçons. Il a donc été créé un premier tronçon faisant appel à des principes de restauration « minimalistes », un second plus « abouti » avec des berges hautes et un troisième également « abouti », mais avec un lit moins profond, les écoulements de crue étant plus facilement débordants. De plus, à l'amont du premier tronçon, des protections de berges en techniques végétales et



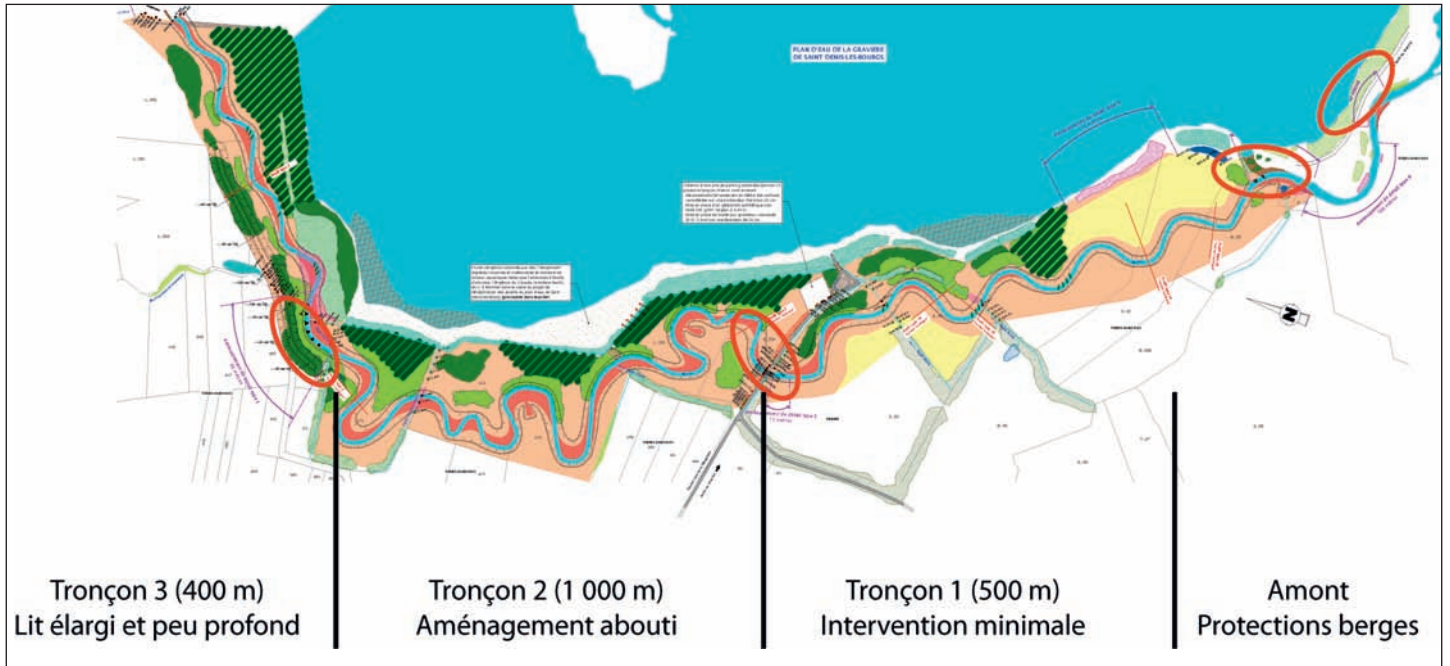


Fig. 3 : Illustration du nouveau tracé et des trois tronçons prédéfinis. Les marques rouges illustrent les seuls endroits où des protections de berges (végétales et semi-végétales) ont été réalisées (Biotec).



Fig. 4 : Etat initial avec en haut les surfaces agricoles traversées par le futur lit de la Veyle et en bas le plan d'eau de St-Denis-lès-Bourg (photos Biotec).

mixtes ont été réalisées, afin d'éviter que la Veyle ne « retourne » dans le plan d'eau.

#### 4 Le chantier et après-travaux

L'opération (études et travaux) a nécessité une enveloppe financière de 860 000 € TTC.

Les travaux ont été menés sur une durée globale de cinq mois par un groupeement d'entreprises composé de : Famy Travaux Publics, mandataire (terrassements et génie civil), Parc et Sports (génie végétal et ensemencements) ainsi que l'ONF (Office National des Forêts : déboisements préalables, plantations et entretien des surfaces travaillées durant les trois ans qui ont suivi les travaux).

La mise en eau du nouveau lit a eu lieu en date du 6 novembre 2009. Une journée « tout public » fut organisée à cette



Fig. 5 : Premiers terrassements du nouveau lit. Pour mémoire, la totalité des « déblais » du nouveau lit a été déversée en trois points particuliers du plan d'eau au plus proches des terrassements, pour limiter toute évacuation en décharge et de multiples transports en camion (photos Biotec).





Fig. 6 : Poursuite des terrassements. Le fond du lit laisse apparaître l'eau de la nappe phréatique et une matrice graveleuse (photos Biotec).



Fig. 7 : Le chantier vu du ciel (source : photo syndicat mixte « Veyle vivante »).

occasion. Il est intéressant de souligner à quel point les premiers écoulements dans ce nouveau cours d'eau furent « émotionnels » pour les différents participants.

Vu le caractère expérimental et scientifique de cette réalisation, de nombreux suivis ont été mis sur pied et planifiés de 2010 à 2015 (hydromorphologie, hydrobiologie y compris « poissons », qualité physico-chimique et phytosociologie). Ces suivis sont réalisés par de nombreux partenaires : fédération départementale pour la pêche et la protection du milieu aquatique, l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques), puis plusieurs bureaux d'études mandatés par l'Agence de l'Eau RMC (Rhône Méditerranée et Corse), notamment « Sciences et techniques de l'Environnement ».



Fig. 8 : Premier jour suite à la « mise en eau » du nouveau cours d'eau (photos Biotec).





Fig. 9 : Plantations sur rives et génie végétal sur berges localisés dans des secteurs à enjeux (photos Biotec).



Fig. 10 : Le nouveau cours de la Veyle vu du ciel, peu après sa mise en eau (source : photo syndicat mixte « Veyle vivante »).



Fig. 11 : Evolution et état du cours d'eau en période estivale, sept mois après sa mise en eau. Vu l'absence de végétation riveraine bien développée et la forte teneur en éléments fertilisants des eaux de la Veyle, un développement très important d'algues s'est produit (photos Biotec).





Fig. 12 : Différentes vues du cours d'eau en fin de deuxième saison végétative après les travaux (photos Biotec).



Fig. 13 : Différentes vues du nouveau cours d'eau en septembre 2012, soit quelques trois ans après sa création (photos Biotec).

**Pour en savoir plus :**

[www.veyle-vivante.com](http://www.veyle-vivante.com)

Stefan Kihl

[www.biotec.fr](http://www.biotec.fr) ou [www.biotec.ch](http://www.biotec.ch)

Philippe Adam



# Station Naturelle d'Épuration de la Baroche ; une station d'épuration qui fonctionne sans électricité

François Gerber

## Résumé

La Station Naturelle d'Épuration de la Baroche (SNEP) fonctionne entièrement de manière gravitaire donc sans électricité. Grâce à un astucieux système de siphons, les eaux usées sont traitées par vagues successives sur deux étages de filtres. Ces derniers sont composés de graviers et de sables et sont plantés de roseaux. Les résultats d'épuration sont excellents et les coûts de fonctionnement très bas. La deuxième particularité de la SNEP de la Baroche réside dans la gestion et le traitement des eaux pluviales. Grâce aux filtres et à une importante zone humide créée entre les deux étages de traitement, c'est environ 950 m<sup>3</sup> d'eaux usées qui peuvent être traitées avant leur rejet dans le milieu naturel.

## Mots-clés

Eaux usées, épuration, roseau

## Natürliche Kläranlage

«la Baroche»; eine Kläranlage, die ohne Elektrizität funktioniert

## Zusammenfassung

Die natürliche Kläranlage «la Baroche» funktioniert völlig mit Schwerkraft, also ohne Elektrizität. Dank eines geschickten Durchlasssystems werden die Abwässer durch sukzessive Wellen auf zwei Filterstockwerken behandelt. Diese setzen sich aus Kiesen und Sand zusammen und sind mit Schilfen bepflanzt. Die Reinigungsergebnisse sind hervorragend und die Kosten des Betriebs sehr niedrig. Die zweite Besonderheit der natürlichen Kläranlage «la Baroche» besteht in der Betriebswirtschaft und der Aufbereitung des Regenwassers. Dank den Filtern und einem wichtigen Feuchtgebiet, das zwischen den zwei Behandlungsstockwerken entsteht, können ungefähr

950 m<sup>3</sup> Abwässer vor ihrem Abfluss in den natürlichen Lebensraum aufbereitet werden.

## Keywords

Abwasser, Reinigung, Schilf

**Impianto di Depurazione Naturale della Baroche (SNEP); un impianto di depurazione che funziona senza elettricità**

## Riassunto

L'impianto di Depurazione Naturale della Baroche (SNEP) funziona interamente sfruttando la forza di gravità terrestre, quindi senza elettricità. Grazie ad un ingegnoso sistema di sifoni, le acque usate sono trattate a onde successive su due livelli di filtri. Questi sono composti da ghiaia e sabbia e dei canneti vi sono coltivati. I risultati della depurazione sono eccellenti e i costi di funzionamento molto bassi. La seconda particolarità della SNEP della Baroche consiste nella gestione e nel trattamento delle acque pluviali. Grazie ai filtri e a un'importante zona umida creata tra i due livelli di trattamento, circa 950 m<sup>3</sup> di acque usate possono essere trattati prima di essere scaricati nell'ambiente.

## Parole chiave

Acque di rifiuto, depurazione, canna

## 1 Introduction

La SNEP (Station Naturelle d'Épuration) de la Baroche (canton du Jura) a été mise en service en octobre 2006. Elle traite les eaux usées de trois villages de la campagne ajoulote à savoir, Fre-

giécourt, Pleujouse, Asuel. Elle est dimensionnée pour 700 EH (équivalents habitants).

A l'époque du choix de la variante d'épuration, les autorités communales ont été séduites par une SNEP pour trois raisons principales :

- compte-tenu de la configuration du terrain à disposition, un écoulement gravitaire était possible, donc pas besoin d'électricité pour faire fonctionner la station ;
- les expériences acquises sur des stations plus anciennes montraient d'excellents rendements d'épuration ;
- l'exploitation d'une SNEP est très simple, très économique et peut se faire par le personnel de la commune.

C'est le système Phragmifiltre® qui a été retenu pour le traitement des eaux usées. Le procédé issu des recherches du CEMAGREF (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement de Grenoble – actuellement IRSTEA) consiste à faire circuler gravitairement les eaux usées au travers d'une succession de filtres de sables et de graviers plantés de roseaux (*Phragmites communis*).

## 2 Description succincte du fonctionnement de la SNEP de la Baroche

Les eaux usées sont passées par un dégrilleur à mailles de 2 cm à la sortie du village de Fregiécourt. L'eau usée arrive après siphonnage dans une chambre de répartition puis sur un des trois filtres du 1<sup>er</sup> étage de traitement. Un filtre fonctionne durant trois à quatre jours puis est mis au repos et c'est un autre filtre qui prend le relais.

L'eau récupérée est ensuite dirigée, après un deuxième siphonnage, dans une autre chambre de répartition et distribuée sur un des deux filtres du 2<sup>e</sup> étage de traitement (fig. 1 à 3). Finalement les eaux traitées s'écoulent ensuite vers un ruisseau.



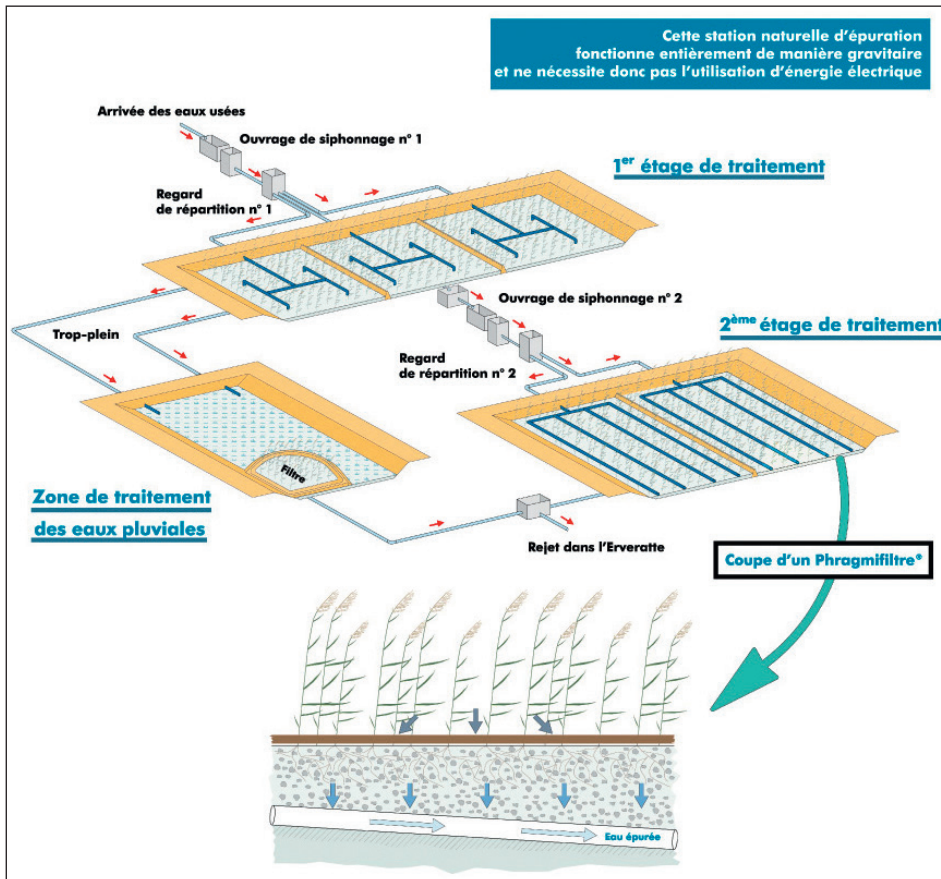


Fig. 1 : Principe de fonctionnement de la SNEP de la Baroche (Biotec).



Fig. 2 : 1<sup>er</sup> étage de traitement en construction où l'on distingue l'étanchéité (bâche noire), les différentes couches de graviers calibrés et le système de drainage/aération (juillet 2005).

Quelques caractéristiques techniques :

- 1<sup>er</sup> étage de traitement

Il est composé de trois filtres de 400 m<sup>2</sup> chacun (15 x 27 m) et d'environ 1 m d'épaisseur fonctionnant de manière alternée. Chaque filtre reçoit des effluents pendant trois ou quatre jours puis est au repos pendant six ou huit jours pour le traitement de l'effluent. Chaque filtre peut également jouer le rôle de bassin de rétention de l'eau pluviale (volume de stockage de 200 m<sup>3</sup>).

- 2<sup>e</sup> étage de traitement

Il est composé de deux filtres de 400 m<sup>2</sup> chacun (12 x 33 m) et d'environ 1 m d'épaisseur fonctionnant de manière alternée. Chaque filtre reçoit des effluents pendant sept jours et est au repos pendant sept jours pour le traitement de l'effluent.

- Zone de traitement des eaux pluviales

Elle est composée d'une zone humide de 1500 m<sup>2</sup> et d'un filtre de 200 m<sup>2</sup>. Cet ensemble est situé entre les deux étages de traitement. En cas de précipitations importantes, un trop-plein récupère les eaux pluviales excédentaires



Fig. 3 : 1<sup>er</sup> étage de traitement juste après la plantation des roseaux ; on peut y observer l'excellente répartition de l'eau sur l'ensemble du filtre afin que tout le volume du filtre travaille à l'épuration.





Fig. 4 : Siphon auto-amorçant ; à gauche le siphon flotte tant que le volume d'une bâchée n'est pas atteint ; à droite, un système de butée bloque le siphon, ce qui provoque le remplissage du flotteur et permet l'amorçage du siphon, environ 8 m<sup>3</sup> d'eau sont évacués « sous pression » en direction des filtres.



Fig. 5 : 2<sup>e</sup> étage de traitement en fin de travaux, juste après la plantation des roseaux, avec le détail d'une motte de roseau ; on y observe la répartition des eaux sur toute la surface grâce à un arrosage horizontal produit par le siphon.



Fig. 6 : Zone humide située entre les deux étages de traitement permettant une épuration des eaux pluviales (750 m<sup>3</sup>) avant le rejet dans la rivière.

du 1<sup>er</sup> étage de traitement (eaux usées mélangées aux eaux de pluie).

Au lieu d'être rejetées directement dans le milieu naturel, ces eaux sont retenues et épurées soit au travers de la zone humide ou du filtre qui permet de vider la zone en attendant le prochain événement.

Le volume de stockage de cette zone humide est d'environ 750 m<sup>3</sup>.

De manière à ce que l'ensemble du volume de chaque filtre participe à l'épuration, il est indispensable que les eaux usées soient réparties uniformément sur le filtre. L'arrivée des eaux se faisant gravitairement, il est nécessaire, et c'est là la **première particularité** de cette SNEP, de mettre en place un système qui permette d'envoyer sur les filtres un certain volume d'eaux usées durant un court laps de temps (une bâchée) et ceci sans pompage. Pour les deux étages de traitement, des siphons auto-amorçants ont été placés pour distribuer des bâchées de l'ordre de 8 m<sup>3</sup> (fig. 4).

Afin de maintenir les filtres perméables et amener l'oxygène nécessaire aux bactéries qui épurent les eaux usées (épuration en aérobiose), les filtres sont plantés de roseaux (fig. 5). Ils favorisent l'infiltration de l'eau et limitent les risques de colmatage des filtres. Ils amènent également un aspect esthétique et d'intégration de la SNEP dans le paysage local.

La gestion des eaux pluviales est la **deuxième particularité** de la SNEP de la Baroche. En effet, en temps de pluie, le débit des eaux usées qui arrive à la station est supérieur à celui qui peut s'infiltrer. On a donc tout d'abord une rétention d'environ 200 m<sup>3</sup> sur le filtre en fonction lors de l'événement pluvieux. Ensuite, si la lame d'eau atteint plus de 50 cm, des trop-pleins récupèrent le surplus et envoient l'eau dans une zone humide qui a pu être développée entre les deux étages de traitement (fig. 6). Cette structure permet le stockage et le traitement de 750 m<sup>3</sup> d'eaux usées avant le rejet dans la rivière.



### Concentration des eaux usées et rendements

Les concentrations des différents polluants dans les eaux usées sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Entrée (mg/L)	Sortie (mg/L)	Exigences <sup>1)</sup> OEaux (mg/L)	Rendement calculé (%)	Exigences OEaux (%)
MES	268	<4	20	>98.5	--
DBO <sub>5</sub>	268	1	20	99.6	90
TOC/DOC	<sup>2)</sup> 46	<sup>3)</sup> 6.3	10	86.3	<sup>4)</sup> 85
DCO	<sup>1)</sup> 220	<20	<sup>7)</sup> 60	>98.4	<sup>7)</sup> 80
N-NH <sub>4</sub>	25.7	0.036	2.0	99.9	<sup>5)</sup> 90
N-NO <sub>2</sub>	--	0.007	<sup>6)</sup> 0.3	--	--
P <sub>tot</sub>	13.4	<b>4.16</b>	0.8	<b>69.0</b>	80

- <sup>1)</sup> Ordonnance sur la protection des eaux  
<sup>2)</sup> Concentration TOC eaux brutes  
<sup>3)</sup> Concentration DOC eaux épurées  
<sup>4)</sup> Taux d'épuration =  $100 \cdot (1 - \text{mg COD eaux épurées} / \text{mg TOC eaux brutes})$   
<sup>5)</sup> Taux d'efficacité du traitement =  $100 \cdot (1 - \text{mg N-ammonium eaux épurées} / \text{mg N Kjeldhal eaux brutes})$   
 Pour la STEP de Fregécourt, remplacement de mg N Kjeldhal eaux brutes par mg N-ammonium eaux brutes  
<sup>6)</sup> Valeur indicative

Les concentrations dans les eaux traitées montrent qu'au moment des prélèvements, le fonctionnement de la STEP était très bon. En effet, les concentrations des paramètres clefs (MES, DBO<sub>5</sub>, DOC, NH<sub>4</sub> et NO<sub>2</sub>) étaient largement en dessous des valeurs limites fixées par la législation fédérale (OEaux) et les rendements sont très performants. Nous vous félicitons pour l'excellent fonctionnement actuel de votre STEP.

Seul le traitement du phosphore n'est pas dans les normes de l'OEaux, tant au niveau des concentrations en sortie que des rendements. Cependant, il n'y a pas d'exigences pour ce paramètre vous concernant.

Fig. 7 : Résultats du contrôle de fonctionnement de la SNEP de la Baroche effectué par l'autorité cantonale en septembre 2011.

A ce jour, les rendements d'épuration de la SNEP de la Baroche sont jugés excellents par l'office de surveillance du canton avec des concentrations des paramètres clefs (MES, DBO<sub>5</sub>, DOC, NH<sub>4</sub> et NO<sub>2</sub>) largement en dessous des valeurs limites fixées par la législation fédérale. A titre d'exemple, les résultats de l'analyse des eaux de 2011 sont présentés à la figure 7.

Enfin, en plus de l'excellente capacité épuratoire du système et de sa parfaite intégration paysagère en milieu rural (fig. 8), il est intéressant de noter que

les coûts d'exploitation annuels de la SNEP de la Baroche sont très faibles car il s'agit essentiellement de manipuler quelques batardeaux pour répartir les eaux usées sur les différents filtres tous les 3 à 4 jours puis de faucher et d'exporter les roseaux une fois par année (coût par année et par EH inférieur à CHF 10.-).

### 3 Conclusion

Au-delà des aspects économiques, esthétiques et olfactifs (aucune odeur en traitement aérobiose) tout à fait remar-

quables, c'est l'aspect technique et les résultats qui sont le plus spectaculaire sur ce type de station d'épuration.

Les filtres plantés de roseaux se basent sur des modèles observables en milieu naturel (zones humides), où la qualité de l'eau est normalement très bonne. Les innombrables bactéries qui tapissent les grains des filtres « travaillent » en milieu oxygéné, ce qui permet d'obtenir sur quelques dizaines de mètres carrés une eau de qualité. Les résultats d'analyse sont là pour en témoigner.

De plus, l'entretien et donc les coûts de fonctionnement sont très bas et aucune utilisation d'électricité n'est nécessaire. Une SNEP de ce type va vraiment dans le sens du développement durable.

Photos : Biotec

### Adresse de contact :

François Gerber  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : francois.gerber@biotec.ch  
 www.biotec.ch



Fig. 8 : Des roseaux sur le 2<sup>e</sup> étage de traitement deux ans après la réalisation des travaux.



# Génie biologique. Il y a 30 ans, sur la Birse à Soyhières, canton du Jura

Bernard Lachat

## Résumé

Dans le bulletin n° 1/94 du génie biologique (pages 12–15) nous avons écrit un article sur le détournement d'environ 850 m d'un cours d'eau, La Birse, sur les communes de Courroux et Soyhières. Une grande partie du tronçon a été traitée avec des techniques originales, à l'époque, principalement à l'aide de plantes herbacées et de géotextiles. Les travaux ont été réalisés entre 1983 et 1984 soit il y a 30 ans. Le présent article a pour simple ambition de montrer, surtout visuellement, l'évolution d'un tronçon de ce site durant ce laps de temps.

## Mots-clés

Génie biologique, Birse, détournement de cours d'eau, géotextile

## Ingenieurbiologie.

**Vor 30 Jahren, an der Birs in Soyhières, Kanton Jura**

## Zusammenfassung

Im Heft «Ingenieurbiologie» Nr. 1/94 (Seiten 12–15) haben wir damals einen Artikel über die ungefähr 850 m lange Umleitung der Birs in den Gemeinden Courroux und Soyhières geschrieben. Ein grosser Teil des Abschnittes wurde mit den damaligen Originaltechniken behandelt, hauptsächlich mittels Gräsern und Geotextilen. Die Arbeiten wurden vor 30 Jahren (1983–1984) umgesetzt. Der vorliegende Artikel zielt darauf ab, die Entwicklung dieses Standortes während dieses Zeitraums zu präsentieren.

## Keywords

Ingenieurbiologie, Birs, Umleitung Wasserlauf, Geotextilien

## Ingegneria naturalistica.

**30 anni fa, sul Birs a Soyhières, Canton Giura**

## Riassunto

Nel bollettino n. 1/94 d'ingegneria naturalistica (pagine 12–15) avevamo scritto un articolo sulla deviazione di circa 850 m di un corso d'acqua, il Birs, sui comuni di Courroux e Soyhières. Una grande parte della sezione fu trattata con tecniche originali ai tempi, principalmente con l'aiuto di piante erbacee e geotessili. I lavori furono realizzati nel 1983–84, 30 anni fa. Il presente articolo ha la semplice pretesa di mostrare, soprattutto visivamente, l'evoluzione di una sezione di quest'area in questo lasso di tempo.

## Parole chiave

Ingegneria naturalistica, Birs, deviazione di fiumi, geotessili

## 1 Introduction

En aval de Delémont, sur les communes de Soyhières et Courroux, une portion de la rivière Birse a été déplacée entre 1983 et 1984, il y a 30 ans.

Ce projet avait déjà été présenté dans le bulletin du génie biologique n° 1/94, pages 12–15, soit 10 ans après sa réalisation. Voici la suite de l'histoire... La Birse à Soyhières est hydrologiquement caractérisée par les valeurs suivantes :

- bassin versant : 580 km<sup>2</sup>
- débits : Q<sub>2</sub> : 108 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>10</sub> : 183 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>100</sub> : 281 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>300</sub> : 332 m<sup>3</sup>/s (valeurs actuelles disponibles sur la station SHGN 2478 de l'OFEV).

Depuis les travaux de génie biologique effectués en 1984, plusieurs crues supérieures à 100 m<sup>3</sup>/s sont passées.

Ainsi, on constate que pour les quatre années sensibles qui ont suivi les travaux, on compte neuf crues successives

importantes (> 100 m<sup>3</sup>/s) qui ont passé sur les aménagements.

De 1984 à 2012, il y a eu 28 crues supérieures à 100 m<sup>3</sup>/s dont celle d'août 2007 évaluée à 316 m<sup>3</sup>/s.

Suite à ce régime soutenu de crues, aucun dégât n'a été constaté sur les berges végétalisées à l'aide de techniques de génie biologique, ni du reste après 30 ans d'existence.

Nous renvoyons le lecteur à l'article publié en 1994 dans le bulletin de l'association du génie biologique n° 1/94, pages 12–15 pour plus de détails techniques et conceptuels.

La figure 1 rappelle, schématiquement, l'ampleur du projet.

Le présent article n'a pour ambition que de visualiser, à travers des photos prises du même endroit, l'évolution des aménagements depuis le stade initial au stade actuel soit durant 30 années !

## 2 Aménagement du tronçon en aval

Ce tronçon de 420 m de long a été aménagé presque exclusivement avec des techniques végétales herbacées (voir bull. 1/94). Les figures 2 (A à L) montrent l'évolution de ce secteur.

## 3 Aménagement du secteur amont

Un autre secteur a été aménagé mais avec moins de génie biologique. En amont, là où la Birse fait un coude très prononcé, la berge gauche a dû être traitée avec des murs en béton et des enrochements lourds car la ligne de chemin de fer Bâle–Bienne–Genève frôle la Birse et la route cantonale passe juste à côté (voir fig. 1).

Dès l'ouverture du verrou qui a permis à la Birse d'emprunter son nouveau lit, les petites crues successives ont produit rapidement une accumulation de graviers dans l'intérieur de la courbe très prononcée (intrados). Les ingéni-



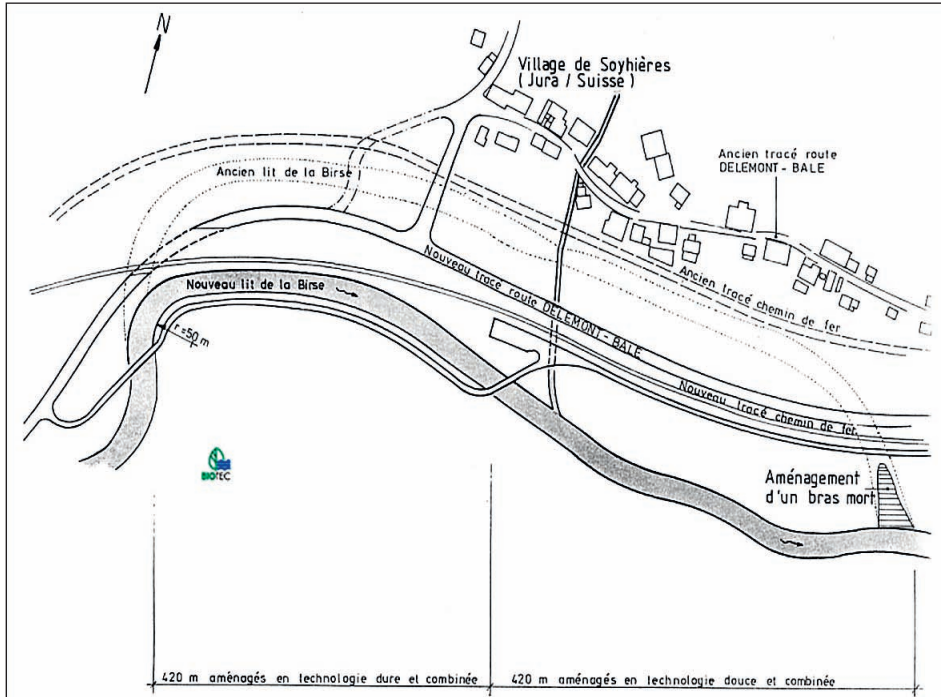


Fig. 1 : Schéma de situation montrant le déplacement de la Birse à Soyhières (1983).

eurs ont vite compris que le gabarit se réduirait fortement au cours du temps avec la végétalisation du dépôt et, vu le type d'aménagement prévu, il ne serait quasiment plus possible de curer régulièrement ces matériaux. L'idée a alors germé de poser des épis déflecteurs pour mobiliser, par érosion, le dépôt de graviers.

Après de nombreuses discussions sur le nombre, l'orientation, la forme, etc., c'est la solution du biologiste qui a été réalisée, à savoir des épis simples, plongeants et dirigés vers l'amont. Ces épis ont été implantés à l'œil avec un machiniste expérimenté en commençant par l'amont. Une fois le premier épi installé, le second a été positionné et aligné pour reprendre les courants arrivant proches de la berge et ainsi de suite. En tout, trois grands épis, simples et non ancrés ni bétonnés, ont été suffisants



Fig. 2A : Début 1984. Début des travaux de terrassement du nouveau lit.



Fig. 2B : 1984. Fin des travaux de génie civil et mise en place des travaux de génie biologique (géotextiles, semis hydrauliques...). La technique végétale prioritairement utilisée est les mélanges grainiers de plantes herbacées et géotextiles.



Fig. 2C : 1985. Protection provisoire durant l'hiver avec un géotextile synthétique. Les plantes herbacées ont poussé depuis l'automne 1984. L'eau coule depuis quatre mois dans son nouveau lit.



Fig. 2D : 1985. Enlèvement du géotextile synthétique et plantation d'espèces ligneuses en sommet de berge droite pour reconstituer l'effet lisière. Quelques autres techniques végétales (tressage, bouturage) ont été utilisées sur la rive gauche.





Fig. 2E : 1987. Evolution naturelle. De 1984 à 1987, sept crues (> 100m<sup>3</sup>/s) sont passées sur les berges, amenant au passage un fort potentiel de graines, de pousses de saules et d'autres arbustes, favorisant ainsi la recolonisation spontanée.



Fig. 2F : 1988. Evolution de la végétation des berges et de la morphologie du lit.



Fig. 2G : 1991. Quelques années après on ne voit plus vraiment qu'il s'agit d'un tronçon artificiellement aménagé. C'est « le » critère de réussite du génie biologique : ne plus voir qu'il y a eu une intervention !



Fig. 2H : 1994. Dix ans après les travaux. L'évolution vers un stade climacique se poursuit. Le saule blanc domine.



Fig. 2I : 1997. La croissance des arbres se poursuit, modifiant continuellement la composition botanique initiale.



Fig. 2J : 2001.





Fig. 2K : 2006. Crue importante en septembre, dans une ripisylve bien formée.



Fig. 2L : 2011. L'évolution se fait désormais très lentement, au gré des crues et des arbres qui meurent ou tombent dans la rivière. Aucun entretien significatif n'a été réalisé. Le gabarit donné au projet de l'époque tenait compte du développement de la végétation.

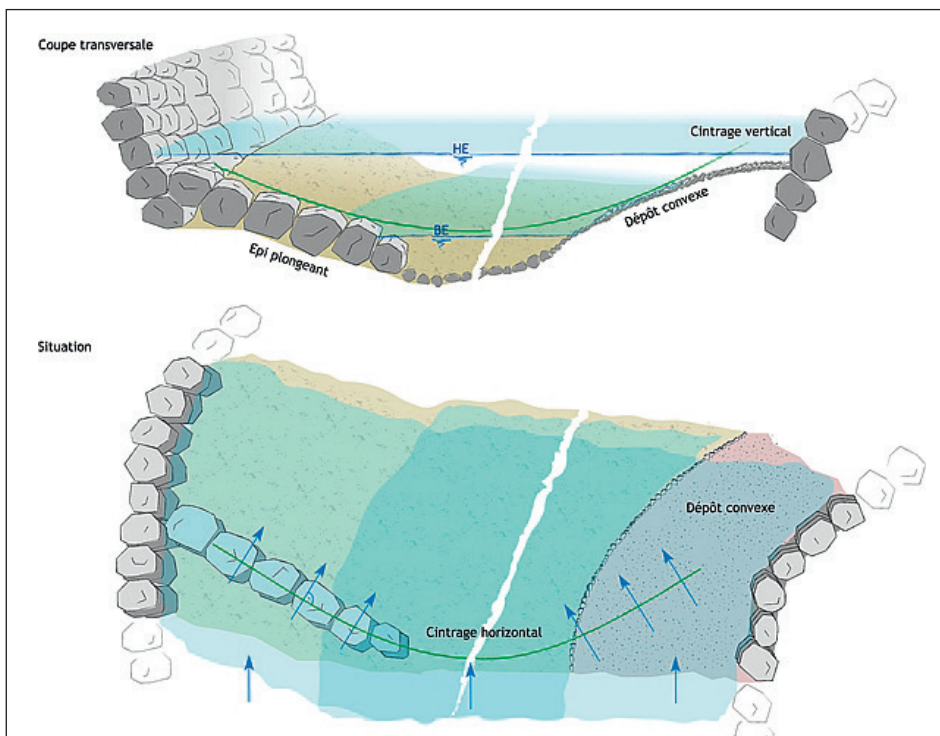


Fig. 3 : Schéma, en coupe et en situation, expliquant l'effet de recentrage du courant créé par des épis plongéants, dirigés en amont. La géométrie des épis et la forme du dépôt de graviers en rive interne du méandre conjuguent leurs effets en créant un cintrage vertical et horizontal (effet « banane ») qui a pour conséquence le recentrage des écoulements (dessin Biotec).

Les blocs de roche qui ont servi à la construction des épis sont simplement posés sur le lit avec une orientation qui n'offre que peu d'emprise à l'eau. Ils sont toujours en place, bien que la crue de 2007 ( $> Q_{100}$ ) les ait un peu altéré. D'un point de vue hydraulique, en réalité, nous n'avons fait qu'augmenter le rayon de courbure du méandre grâce aux épis.

Comme pour le tronçon en aval, nous montrons, par une série d'images, l'évolution du secteur des épis dans un méandre quasiment à  $90^\circ$  (fig. 4A à 4J).

**Adresse de contact :**

Bernard Lachat  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : [bernard.lachat@biotec.ch](mailto:bernard.lachat@biotec.ch)  
[www.biotec.ch](http://www.biotec.ch)

pour produire l'effet escompté sur le banc de graviers en intrados.

Les épis doivent être plongéants car c'est la seule façon de créer un effet vertical de cintrage (effet cuvette) entre ces épis et le banc de gravier qui est convexe (fig. 3).

De même, l'eau empruntant toujours la perpendiculaire à une arête, il eût été aberrant de diriger ces épis contre l'aval car l'eau, en sautant par-dessus

l'épi, aurait buté de plein fouet contre la berge.

La conjugaison d'un épi plongéant (de la berge vers le milieu du lit) dirigé vers l'amont avec un banc de gravier quasiment les mêmes caractéristiques transversales, forme une sorte de cintre contre l'amont et en cuvette qui coïncide avec la meilleure forme pour recentrer les écoulements (voir fig. 3).





Fig. 4A : 1985. Après l'ouverture du verrou pour diriger la Birse dans son nouveau lit, les petites crues ont déposé un important banc de graviers en intrados.



Fig. 4B : 1988. Le dépôt en rive droite, par rapport à 1985, est nettement moindre, uniquement exporté par l'effet des épis. On remarque bien la géométrie plongeante des épis, leur longueur et leur orientation vers l'amont.



Fig. 4C : 1991. Après le passage de dix grosses crues, les épis simples résistent bien et le banc de graviers ne se reconstitue plus.



Fig. 4D : 1996. Malgré des crues successives importantes depuis la fin des travaux (1985), on constate que le banc de galets ne grossit pas et que les épis ont favorisé le dépôt de matériaux fins en rive gauche, au pied des enrochements, ce qui permet à la végétation spontanée de s'installer.



Fig. 4E : 1997. Petite crue montrant parfaitement bien le rôle des épis dans le recentrage du courant. Des saules se développent au pied des enrochements en RG.



Fig. 4F : 2001. Vue d'ensemble montrant que les épis jouent également un rôle important dans la structure géomorphologique et les habitats avec des faciès d'écoulement et des profondeurs variés.





Fig. 4G : 2003. Le banc de graviers en RD ne se reforme pas, prouvant une fois encore le rôle essentiel des épis.



Fig. 4H : 2005. Vingt ans après les travaux, les épis sont toujours là et jouent infatigablement leur rôle de déflecteur. Des surprofondeurs existent entre les épis et la RG se végétalise de plus en plus favorisant un milieu diversifié pour la faune terrestre et aquatique.



Fig. 4I : 2006. Vue hivernale du secteur montrant l'effet de recentrage au centre du lit et des écoulements calmes en RG.



Fig. 4J : 2011. Vue générale du site presque 30 ans après. On remarque que les grandes crues de 2006 et surtout 2007 ont bousculé quelques blocs.

## HOWOLIS-HOLZWOLLEMATTEN der ökologische EROSIONSSCHUTZ aus dem Schweizer Wald

produziert von

**Lindner**  
suisse

Durch die Verwendung des Rohstoffs Holz aus dem Schweizer Wald und dem grossen Know-how der Lindner Suisse steht dem Schweizer Markt nun erstmals eine zumindest ebenbürtige Alternative zu importierten Naturfasermatten zur Verfügung – mit einer erst noch nachhaltigen und umweltschonenden Ökobilanz. Die Matten sorgen für einen mikroklimatischen Ausgleich, wodurch die Fläche während der Anwachsphase zusätzlich gegen Erosion geschützt ist.  
**Beim nächsten Planen nicht vergessen!**

Bleikenstrasse 98 | CH-9630 Wattwil | Phone +41 (0) 71 987 61 51 | Fax +41 (0) 71 987 61 59 | holzwolle@lindner.ch | www.lindner.ch



# Davantage d'espace pour la Birse aux Riedes-Dessus, canton du Jura

Frédéric Friche

## Résumé

Le hameau des Riedes-Dessus, dans le canton du Jura, a été victime d'importantes inondations les 8 et 9 août 2007. Suite à cet événement, les instances cantonales ont décidé d'inscrire ce secteur dans les priorités d'action pour la protection contre les crues. A l'époque, la carte des dangers naturels n'était pas encore établie pour la Birse. Un long processus a été entamé pour aboutir en 2012 à la réalisation d'une première étape de travaux dont les objectifs visent à améliorer à la fois les fonctions sécuritaires et environnementales du cours d'eau.

## Mots-clés

Birse, protection contre les crues, carte des dangers naturels

## Mehr Raum für die Birs in Riedes-Dessus, Kanton Jura

### Zusammenfassung

Am 8. und 9. August 2007 wurde das kleine Dorf von Riedes-Dessus im Kanton Jura Opfer eines grossen Hochwassers. Aufgrund dieses Ereignisses haben die kantonalen Behörden beschlossen, in diesem Gebiet Hochwasserschutzaktionen Priorität zu geben. Damals wurden die Gefahrenkarten noch nicht für die Birs erstellt. Ein langes Verfahren begann bis mit der Verwirklichung, im Jahre 2012, einer ersten Arbeitsetappe, mit den Zielsetzungen von Sicherheits- und Umweltfunktionen der Wasserlauf verbessert wurde.

### Keywords

Birs, Hochwasserschutz, Gefahrenkarten

## Più spazio per il Birs a Riedes-Dessus, Canton Giura

### Riassunto

La frazione di Riedes-Dessus, nel Canton Giura, è stata colpita da importanti inondazioni l'8 e il 9 agosto 2007. In seguito a questo evento, le autorità cantonali hanno deciso di includere quest'area tra le priorità d'azione per la protezione contro le piene. All'epoca, la carta dei pericoli naturali non esisteva ancora per il Birs. Un lungo procedimento fu avviato per giungere nel 2012 alla realizzazione di una prima fase di lavori i cui obiettivi erano volti a migliorare sia la sicurezza sia le funzioni ambientali del fiume.

### Parole chiave

Birs, protezione contro le piene, carta dei pericoli naturali

## 1 Contexte

Les intempéries des 8 et 9 août 2007 ont provoqué d'importants débordements de plusieurs cours d'eau jurassiens. On retiendra particulièrement les dégâts causés par la Sorne dans la capitale jurassienne, par l'Allaine à Porrentruy et par la Birse dans le hameau des Riedes-Dessus, mais de nombreuses autres communes ont été victimes des crues. Une prise de conscience des populations sinistrées et des instances cantonales sur la nécessité d'améliorer la sécurité face à ce genre de danger naturel a eu lieu suite à ces événements (fig. 1).

Sur la Birse, une station hydrométrique de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) se situe à environ un kilomètre en amont du hameau des Riedes. Le 9 août 2007, la pointe de crue enregistrée était de 316 m<sup>3</sup>/s, ce qui est supérieur à une crue centennale  $Q_{100} = 281$  m<sup>3</sup>/s (OFEV).

Or, la Birse ayant fait l'objet d'importants travaux de correction et d'endiguement durant le siècle passé montrait un déficit de capacité hydraulique élevé au droit de la zone bâtie des Riedes-Dessus (fig. 2).

De plus, le pont d'accès aux Riedes-Dessus était en mauvais état (circulation interdite aux poids lourds), avait un gabarit hydraulique insuffisant et possédait une pile centrale générant des embâcles lors des crues (fig. 3).

Enfin, la digue de protection séparant les habitations du cours d'eau n'était refermée ni à l'amont, ni à l'aval, ce qui autorisait les eaux débordées à atteindre la zone bâtie.

On comprend ainsi mieux comment le hameau des Riedes-Dessus s'est retrouvé sous 50 cm à 2 m d'eau durant la crue d'août 2007. Si l'on ajoute à cela les déficits écomorphologiques élevés de la Birse dans ce secteur, toutes les conditions étaient alors réunies pour qu'un projet de revitalisation et de protection contre les crues voit le jour rapidement.

## 2 Etudes nécessaires et concept retenu

Il a tout d'abord fallu établir la carte des dangers afin de définir clairement les degrés de danger en présence sur le secteur d'étude. Cette étude a confirmé que le hameau des Riedes-Dessus était situé en zone rouge (danger élevé) (fig. 4).

En parallèle, l'état écomorphologique de la rivière a été évalué et le potentiel d'amélioration a été défini. Ces éléments ont permis l'élaboration d'un concept de protection et de renaturation de la Birse, dont les éléments-clés sont l'élargissement du lit du cours d'eau, le remplacement du pont et la fermeture par une arrière-digue de la zone inondable située en amont du hameau.





Fig. 1 : Vue aérienne des inondations des 8 et 9 août 2007 dans le hameau des Riedes-Dessus (photo anonyme).



Fig. 2 : Etat initial de la Birse en aval du pont (photo Biotec).

Un élargissement du lit de 10 mètres de largeur a été prévu en continu sur une longueur d'environ 1,5 km, afin d'augmenter suffisamment le gabarit hydraulique.

D'un point de vue environnemental, l'élargissement envisagé en rive gauche permet de redonner un espace de liberté au lit mineur et de recréer des milieux naturels diversifiés en lien avec

la dynamique alluviale du cours d'eau (fig. 5).

Avant de pouvoir concrétiser ce concept, une étude préliminaire a été établie dans le but de répondre aux exigences de la Confédération en matière de revitalisation des eaux. Dans ce cadre, il a été proposé de mettre en place un espace réservé aux eaux de 60 mètres de largeur, à l'intérieur duquel seule une exploitation extensive favorisant la qualité écologique des milieux naturels et la biodiversité est autorisée (fig. 6).

Rappelons que dans l'état « avant mesures », la Birse possédait un lit d'une largeur d'environ 20 mètres, des berges quasiment verticales et des bandes tampons de 6 mètres sur chaque rive.

### 3 Travaux

Une première étape de travaux a pu être lancée en 2012 grâce à un financement spécial du canton du Jura. Celle-ci comprenait le remplacement du pont des Riedes-Dessus, la création d'un



Fig. 3 : Ancien pont d'accès au hameau des Riedes-Dessus (photo Biotec).

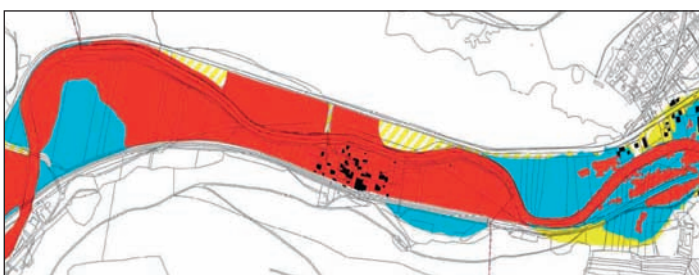


Fig. 4 : Extrait de la carte des dangers avant mesures (BG).

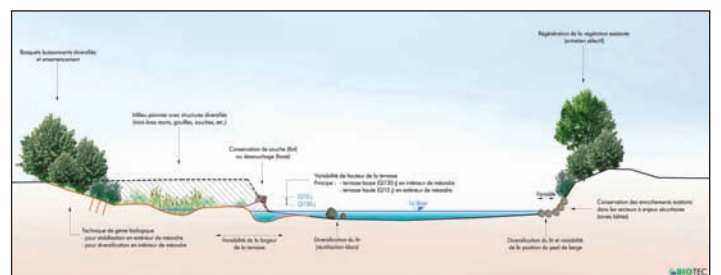


Fig. 5 : Profil type d'aménagement (Biotec).



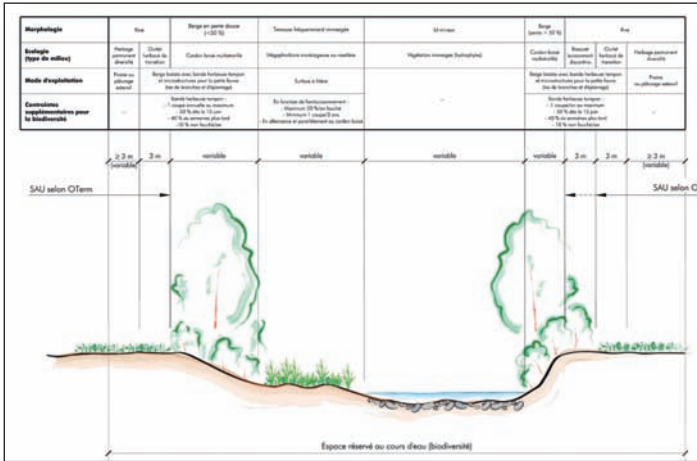


Fig. 6 : Principe d'exploitation de l'espace réservé aux eaux (Biotec).



Fig. 7 : Construction du nouveau pont des Riedes-Dessus vu depuis l'aval (photo Biotec).



Fig. 8 : Élargissement du lit en aval du pont et diversification spontanée de la morphologie (photo Biotec).



Fig. 9 : Mise en place de bois mort dans le lit du cours d'eau et arrimage à l'aide de câble à un arbre existant (photo Biotec).

remblai en amont du hameau servant d'arrière-digue et l'élargissement du lit sur un tronçon d'une longueur d'environ 700 mètres.

La construction du nouveau pont a été réalisée avant d'élargir la Birse. D'une portée de 37 mètres (25 m pour l'ancien pont), cette nouvelle structure permet d'augmenter fortement la section hydraulique à cet endroit. De plus, aucune pile n'est présente dans le lit du cours d'eau, ce qui évite les risques de blocage d'embâcles rencontrés dans l'état initial (fig. 7).

L'élargissement du lit a été réalisé essentiellement en rive gauche du fait de la présence des habitations et de la digue existante en rive droite. Afin de diversifier la structure du lit et des berges du cours d'eau, des terrasses plus ou moins

fréquemment inondées ont été créées sur environ 5 à 10 mètres de largeur. En intérieur de courbe, là où les forces d'érosion sont faibles, des terrasses basses immergées en moyenne 130 jours par an ont été réalisées.

En présence de forces d'arrachement plus importantes (extérieur de courbe), la cote altitudinale des terrasses a été placée plus haute afin que ces dernières soient immergées en moyenne 10 jours par an. Aucune mesure de stabilisation n'a été entreprise afin que ces terrasses puissent être entièrement remodelées lors des crues morphogènes de la Birse. Ainsi, les processus d'érosion et de dépôt des sédiments sont envisageables et même favorisés (fig. 8).

Certains grands arbres, présents initialement en pied de berge, ont été conser-

vés dans le but de dynamiser davantage les écoulements lors des crues (merlons défecteurs), ceci principalement dans les secteurs où des dépôts de sédiments sont attendus. Les essences conservées l'ont été pour pouvoir supporter des immersions plus ou moins longues de leur système racinaire. Il s'agit dans le cas de ce chantier d'aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*), de saules blancs (*Salix alba*) et de saules fragiles (*Salix fragilis*). Afin d'assurer leur stabilité après la fragilisation des berges, les saules blancs ont été taillés en « têtards » et recépés à environ 1 mètre de hauteur.

A titre expérimental, des parties d'arbres abattus ont été arrimées dans le lit du cours d'eau. Ces gros éléments de bois mort en contact avec l'eau créent des conditions favorables au développement de certains invertébrés aquatiques





Fig. 10 : Amorces érosives créées sur les terrasses (photos Biotec).

agissant ainsi à la base de la chaîne alimentaire. De plus, ils contribuent à varier les écoulements et favorisent ainsi la diversification du lit. L'évolution de ces éléments sera suivie scientifiquement à moyen terme afin d'évaluer les effets positifs et éventuellement négatifs de leur mise en place (fig. 9).

Des amorces érosives sous la forme d'élargissements ponctuels et de mini-bras morts ont aussi été réalisées. Ces éléments évolutifs créent des zones d'eau calme à l'étiage et constituent ainsi des biotopes favorables au développement de la faune piscicole (fig. 10).

Les nouvelles berges ont été reprofilées et talutées en pente douce (1V/3H). Leur aménagement se fera uniquement dans

un but de diversification sur la majeure partie du linéaire. Il est prévu de planter en petits bosquets des essences indigènes adaptées et d'ensemencer les berges et les terrasses hautes avec un mélange grainier spécifiquement conçu pour ce site diversifié. Des massifs d'hélophytes seront aussi mis en place sur les terrasses basses. Ces aménagements seront réalisés de février à mai 2013.

La pose de géotextiles biodégradables et l'utilisation de techniques de stabilisation végétale se limitent ainsi au strict nécessaire, c'est-à-dire dans les secteurs de transition (début et fin de l'élargissement) et au droit des culées du nouveau pont. Elles consistent en la réalisation de lits de plançons en pied de berge surmontés de boutures de saules sur environ 1,5 m de hauteur (fig. 11).

Dans l'optique de laisser au cours d'eau la possibilité de façonner les berges à l'intérieur de l'espace réservé aux eaux, les techniques utilisées ne sont pas protectrices. Des plantations d'arbustes diversifiés sur la rive viendront parachever ces aménagements.

#### 4 Perspectives

Avec l'achèvement prochain de cette première étape de travaux, la protection contre les crues du hameau des Riedes-Dessus sera grandement améliorée et la Birse jouira de plus d'aisance pour affirmer sa vraie nature. La faune et la flore retrouveront ainsi des habitats propices à leur développement assurant du même coup le maintien d'une biodiversité locale fort appréciée des habitants et promeneurs de la région.



Fig. 11 : Lit de plançons en construction (gauche) et vue de la berge à la fin des travaux (droite) (photos Biotec).



Mais la protection complète des Riedes-Dessus nécessite que l'ensemble du concept de protection et de renaturation soit réalisé.

La démarche a aussi permis de soulever la problématique de l'obtention délicate des subventions fédérales particulières pour les projets de revitalisation. Les exigences sont très élevées ; l'espace réservé aux eaux est difficile à estimer pour les cours d'eau de plus de 15 mètres et l'utilisation du sol à l'intérieur de cet espace est très restrictive.

Dans le cas des Riedes-Dessus, une troisième étape de travaux pourrait être envisagée afin de répondre à ces exigences et de restaurer complètement les fonctions écologiques de la Birse. Il faudrait pour cela envisager de réaménager la rive droite le long de la zone

d'habitations. Un espace de liberté pourrait être envisagé, les enrochements du pied de berge supprimés, la digue et les chemins éloignés du cours d'eau. Espérons que le développement des parties du cours d'eau revitalisé dans cette première étape de travaux génère une émulation collective en faveur des projets de revitalisation à venir !

### Maître d'ouvrage :

République et Canton du Jura,  
Service de l'Environnement

### Mandataires :

Groupement ATB, Jobin&Partenaires,  
BG et BIOTEC

### Adresse de contact :

Frédéric Friche  
BIOTEC Biologie appliquée SA  
Rue du 24 Septembre 9  
2800 Delémont  
Tél. : 032 435 66 66  
Fax : 032 435 56 46  
E-mail : frederic.friche@biotec.ch  
www.biotec.ch

## ZURBUCHEN BODENSCHUTZ

### Speziallandschaftsbau



#### Rekultivierungen

- Bodenlockerungen bis 1.1m
- Bodenmischungen bis 1m
- Entsteinen
- Trockensaaten



#### Begrünungen

- Anspritzbegrünungen
- Trockensaaten
- Erosionsschutzmassnahmen



#### Baumtransplantationen

- Grossbaumverpflanzungen
- Vor-/Nachbehandlung

#### Kontaktieren Sie uns unverbindlich:

Zurbuchen Bodenschutz GmbH, Holzmannshaus 2, 8566 Lippoldswilen  
Tel: 071 697 04 22 / Fax: 071 697 04 24

Nachhaltige Bodenbearbeitung für die erfolgreiche Zukunft!  
[www.zurbuchen-bodenschutz.ch](http://www.zurbuchen-bodenschutz.ch)



# Arasement d'un grand seuil en ville de Tulle et réaménagement des berges de la Corrèze, France

Philippe Adam

## Résumé

La Corrèze est un cours d'eau français à forte pente s'écoulant sur le flanc ouest du Massif Central, affluent de la Vézère, bassin versant de la Dordogne. De même que bon nombre de cours d'eau, la Corrèze est équipée de plusieurs seuils artificiels n'ayant pour la plupart plus d'usage économique. En ville de Tulle, une étude de faisabilité menée en 2005 par J.R. Malavoi géomorphologue et Biotec, a conclu à la possibilité d'arasement un grand seuil en ville de Tulle. Par la suite, la communauté de communes « Tulle et Cœur de Corrèze » en tant que maître d'ouvrage a mandaté Biotec pour l'étude détaillée et la maîtrise d'œuvre de cette opération d'arasement.

Les travaux ont eu lieu entre l'automne 2008 et le printemps 2009. Le seuil d'environ trois mètres de hauteur de chute et initialement responsable d'une « retenue » de quelques 600 mètres, a vu sa hauteur diminuée de 2,6 mètres, en rendant sur ce tronçon un profil en long quasi naturel.

## Mots-clés

Corrèze, seuil artificiel, arasement

## Abschleifen einer grossen Sperre in Tulle und Neugestaltung des Couze-Ufers, Frankreich

## Zusammenfassung

Die Couze (Corrèze) ist ein Fluss in Frankreich, der sich auf der Westflanke des Massif Central befindet, Zufluss der Vézère und im Einzugsgebiet der Dordogne.

So wie verschiedene andere Gewässer ist die Couze mit mehreren künstlichen Sperren ausgestattet, die meistens keinen wirtschaftliche Nutzung mehr haben. In Tulle wurde im Jahre 2005 eine Machbarkeitsstudie von J.R. Malavoi,

Geomorphologe und Biotec durchgeführt. Die Studie stellte die Möglichkeit fest, eine grosse Sperre in Tulle abzuschleifen.

Später hat die Gemeindegemeinschaft «Tulle et Cœur de Corrèze» Biotec für die detaillierte Studie und die Bauleitung dieser Abschleifoperation beauftragt.

Die Arbeiten erfolgten zwischen Herbst 2008 und Frühling 2009. Die Sperre ist ungefähr drei Meter hoch und ursprünglich verantwortlich für einen «Rückstau» von etwa 600 Metern. Sie wurde um 2,6 Meter vermindert, was ihr auf diesem Abschnitt ein fast natürliches Längprofil zurückgab.

## Keywords

Couze (Corrèze), künstliche Sperre, Abschleifen

## Livellamento di una grande briglia nella città di Tulle e risanamento degli argini della Corrèze, Francia

## Riassunto

La Corrèze è un fiume francese a forte pendenza che scorre sul fianco Ovest del Massiccio Centrale, affluente della Vézère, bacino idrografico della Dordogne.

Analogamente a molti corsi d'acqua, la Corrèze è dotata di varie briglie artificiali che, per la maggior parte, non hanno più nessun utilizzo economico. Nella città di Tulle, uno studio di fattibilità condotto nel 2005 dal geomorfologo J.R. Malavoi e Biotec, ha concluso di poter livellare una grande briglia nella città di Tulle.

In seguito, la comunità di comuni «Tulle et Cœur de Corrèze», in quanto contraente generale, ha commissionato a Biotec lo studio dettagliato e la gestione di questa operazione di livellamento.

I lavori si sono svolti tra l'autunno 2008 e la primavera 2009. La briglia di circa tre metri d'altezza, inizialmente responsabile di un «blocco» di circa 600 metri, ha visto ridurre la sua altezza di 2.6 metri, diventando un profilo in lunghezza quasi naturale.

## Parole chiave

Corrèze, briglia artificiale, livellamento

## 1 Contexte européen

La directive cadre européenne sur l'eau (DCE) milite en faveur d'un retour au « bon état écologique des milieux aquatiques » d'ici 2015 pour les « masses d'eau » dites prioritaires, puis jusqu'en 2021 ou 2027 pour les suivantes. Le retour au bon état écologique implique une restauration progressive des milieux aquatiques fortement altérés par les diverses interventions humaines et la résorption des dysfonctionnements hydromorphologiques subis.

Il est à ce sujet intéressant de souligner que par la DCE, en particulier en France, de nombreux exemples de restauration des milieux aquatiques voient le jour avec comme seul objectif la « restauration écologique » et non en tant que « mesure accessoire ou compensatoire » à d'autres intérêts (limitation des inondations, création de grandes infrastructures linéaires : routes, voies ferroviaires, etc.), comme c'est très fréquemment le cas en Suisse.

## 2 Introduction

La Corrèze est un cours d'eau à forte pente situé entièrement dans le département français de la Corrèze, s'écoulant sur le flanc ouest du Massif Central, affluent de la Vézère, bassin versant de la Dordogne.

De même que bon nombre de cours d'eau, la Corrèze est équipée de plusieurs



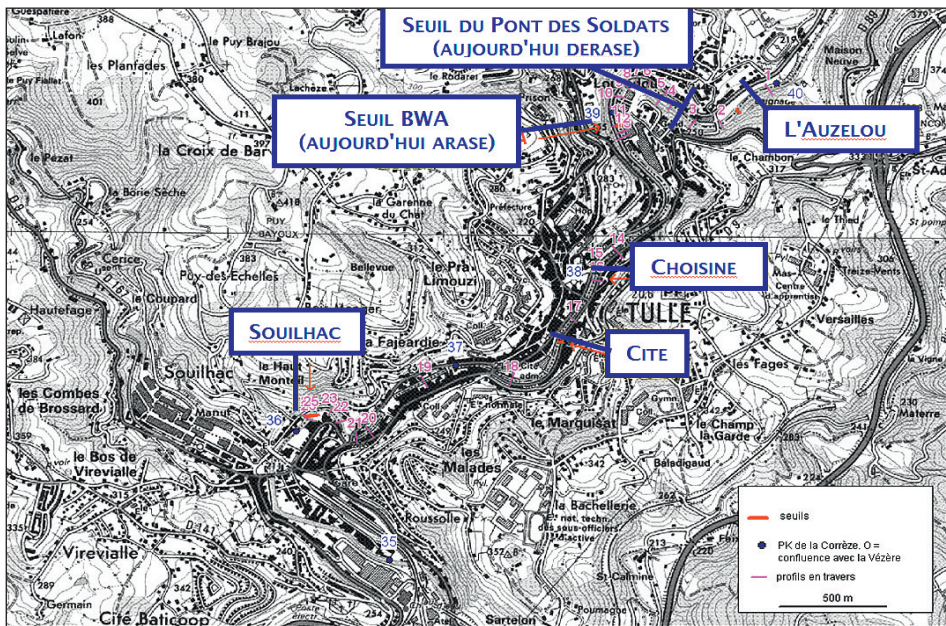


Fig. 1 : Carte générale du secteur de Tulle avec les différents seuils sur la Corrèze (fond IGN).

eurs seuils artificiels, n'ayant pour la plupart plus d'usage économique ou autre fonction particulière aujourd'hui. C'est ainsi que dans la traversée de la ville de Tulle, on peut identifier six ouvrages, dont précisément deux ont aujourd'hui été arasés ou dérasés (fig. 1).

Pour mémoire, on parle d'« arasement » si on diminue la hauteur de chute d'un ouvrage et de « dérasement » si un édifice est totalement effacé.

Les impacts liés à la présence de seuils ou barrages sont aujourd'hui relativement bien connus des scientifiques et des gestionnaires. Ces ouvrages modifient les flux liquides et solides, cons-

tituent une rupture de continuité pour les biocénoses aquatiques, ont un effet de « retenue » altérant les faciès naturels d'écoulement, la température et la qualité de la ressource en eau. De plus, ils produisent un effet « point dur », en bloquant les processus de rééquilibrage géodynamique.

Si la DCE invite à réfléchir à leur suppression, en raison de leurs impacts hydro-morphologiques et écologiques globalement négatifs, il convient de reconnaître que toute opération de dérasement/arasement d'ouvrages peut entraîner des bouleversements non souhaitables. Cela nécessite un dia-

gnostic précis puis l'acceptation totale ou partielle, voire un accompagnement de ces bouleversements (redistribution des sédiments ; abaissement de la côte des fonds, voire incision ; abaissement de la lame d'eau ; basculement de la végétation ; etc.).

Afin d'étudier précisément les différentes possibilités d'arasement ou de dérasement de seuils dans la ville de Tulle, la communauté de communes « Tulle et Cœur de Corrèze » (maître d'ouvrage) a mandaté en 2005 J.R. Malavoi géomorphologue et Biotec pour une étude de faisabilité sur l'ensemble de ces seuils.

Cette étude de faisabilité a notamment montré, sur la base de l'analyse du profil en long de la Corrèze (fig. 2), qu'il était possible d'arasé le seuil BWA de 2,6 mètres mais non de le supprimer totalement (hauteur de chute initiale ~ 3,0 mètres). En effet, la suppression totale de l'ouvrage n'était pas admissible au regard des infrastructures construites de part et d'autre de la « retenue » (linéaire égal à 600 mètres), notamment un mur vertical au pied d'une route départementale sise en rive droite du cours d'eau (fig. 3).

### 3 Le projet

A la suite du rendu de cette étude, le maître d'ouvrage a pris la décision d'arasé le seuil BWA et a mandaté Biotec pour la définition d'un projet d'exécution et la maîtrise d'œuvre des travaux.

On rappellera que les objectifs d'un tel arasement étaient de rendre à la Corrèze un profil en long naturel, d'améliorer la qualité des habitats aquatiques, de permettre une parfaite franchissabilité piscicole (tout en évitant des frais d'entretien des ouvrages) et de faciliter la pratique du canoë-kayak. Le projet proposé ne comprenait pas uniquement la démolition du seuil et le terrassement des sédiments de l'ancienne retenue, mais également le réaménagement et le confortement partiel des berges à l'amont, ceci dans le triple objectif de :

- limiter les risques d'érosion régressive et de glissement de talus, ainsi que des affouillements d'ouvrages (perré et murs),

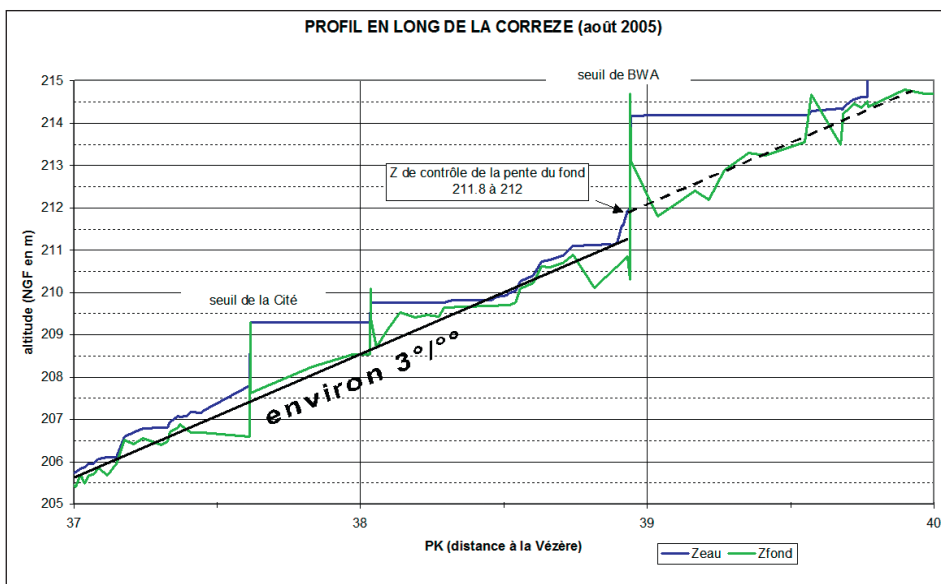


Fig. 2 : Etude du profil en long de la Corrèze en traversée de Tulle (Malavoi, Biotec, 2005).



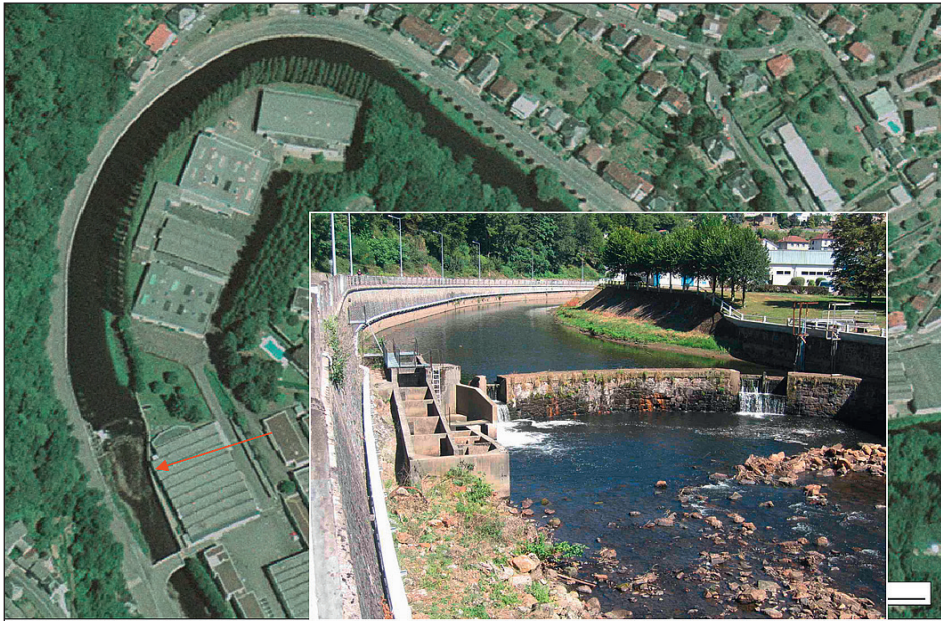


Fig. 3 : Illustration du seuil BWA et de son environnement sur la Corrèze à Tulle (Malavoi, Biotec, 2005). Pour mémoire, la passe à poissons située en rive droite et visible à gauche sur l'image centrale a été installée en 1995 sans jamais donner satisfaction d'un point de vue piscicole. De plus, on rappellera ici que de tels ouvrages ne permettent pas d'assurer la « transparence sédimentaire » tout en étant également très limitatifs en ce qui concerne la continuité des biocénoses aquatiques en général.

- diversifier les faciès et produire un aménagement attractif, à la fois d'un point de vue paysager et environnemental,
- limiter le développement incontrôlé d'espèces végétales indésirables et envahissantes (renouée du Japon et buddleia, notamment).

Les aménagements suivants ont été définis (fig. 4) :

- arasement du seuil (cote ~ 214,6 à 212,0) et réaménagement d'une rampe en enrochements,
- terrassement/désensablement des sédiments en amont de l'ancienne retenue,
- mise en place d'épis pour la protection du mur de la route départementale en rive droite,
- végétalisation/stabilisation de différents tronçons de berges et gestion de la végétation arborescente existante en bordure de la retenue.

#### 4 Le chantier et après-travaux

L'opération (études et travaux) pour l'arasement du seuil BWA a nécessité une enveloppe financière de 351 000 euros TTC.

Les travaux ont été menés entre l'automne 2008 et le printemps 2009 par l'entreprise APPIA (Eiffage Sud-Ouest) manda-

taire (démolition, terrassements et mise en place d'épis et rampe en enrochement) ainsi que l'entreprise FEL en sous-traitance pour le génie végétal et la gestion de la végétation existante. Il est à noter qu'une fois les travaux presque terminés, en date du 24.01.2009,

une crue légèrement inférieure à la fréquence quinquennale (Q5) a provoqué l'érosion d'une partie des aménagements végétaux réalisés. Les « épis » en enrochements, positionnés au pied de la route départementale et relativement « agressifs » sur les écoulements, ont alors été raccourcis, puis les protections végétales ont été réparées. D'autre part, malgré la réalisation de la rampe en enrochement et le terrassement des sédiments de la retenue, la côte des fonds du profil en long s'était abaissée. Ceci montre également que, dans la mesure du possible, il serait judicieux de pouvoir interrompre le chantier une fois un ouvrage dérasé ou arasé, afin que le cours d'eau retrouve un certain équilibre morphologique avant de procéder au réaménagement définitif des berges de l'« ancienne retenue ». Ce chantier fait l'objet de différents suivis, notamment sous la forme de relevés de la végétation, d'inventaires piscicoles (septembre 2010 et 2012) et de relevés topographiques et géomorphologique du site (fig. 5 à 10).

Forte de l'expérience concluante de l'arasement du seuil BWA, la communauté de communes «Tulle et Cœur

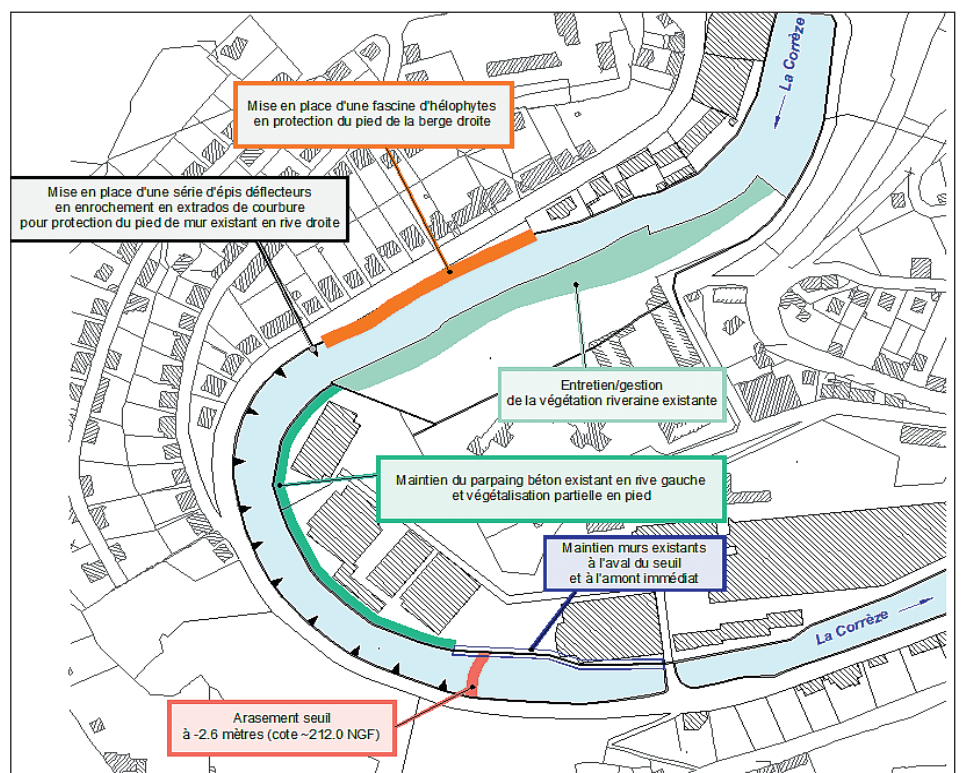


Fig. 4 : Illustration schématique des différentes actions proposées dans le cadre de l'arasement du seuil BWA en ville de Tulle (Biotec).





Fig. 5 : Première opération : ouverture des vannes et abaissement de la retenue, qui laissent déjà apparaître des bancs graveleux (photos Biotec).



Fig. 6 : Démolition progressive du seuil, en dérivant successivement les eaux de la Corrèze gauche-droite (photos Biotec).



Fig. 7 : Terrassement en déblai/remblai des sédiments de l'ancienne retenue, accès au seuil et constitution d'une rampe en enrochements en lieu et place de l'ouvrage arasé (photos Biotec).

de Corrèze » a décidé de poursuivre l'opération à l'amont. C'est pourquoi durant l'automne 2010, le seuil du « Pont des Soldats » situé à environ 600 mètres à l'amont de BWA a été dérasé (localisation fig. 1). Hormis quelques déchets (ferraille couronnant l'ouvrage et pieux de bois) qui ont été retirés du site, les matériaux pierreux constitutifs du seuil ont été concassés puis mis en remblai sous la forme d'un banc alluvial en intrados de méandre (fig. 11).

Aujourd'hui, l'idéal serait de poursuivre l'opération vers l'amont, avec le dérasement du barrage de l'Auzelou (localisation fig. 1), qui ne sert plus que pour l'entraînement des praticiens du canoë (fig. 12). Ce seuil avait pour raison d'être la constitution d'une retenue en période estivale afin de permettre la baignade ; fonction qui n'existe plus aujourd'hui.

**Pour en savoir plus :**

- Anne Chollet : [anne.chollet@cc-tullecorreze.fr](mailto:anne.chollet@cc-tullecorreze.fr)
- Philippe Adam : [www.biotec.fr](http://www.biotec.fr) ou [www.biotec.ch](http://www.biotec.ch)





Fig. 8 : Vue de l'ensemble des aménagements réalisés en fin de travaux : seuil arasé et rampe en enrochement, épis en extrados de courbure et génie végétal en intrados (photo Biotec).



Fig. 9 : Evolution du site un an et demi après les travaux ; juillet 2010 (photos Biotec).



Fig. 10 : Evolution du site trois saisons végétatives après les travaux ; septembre 2011 (photos Biotec).





Fig. 11 : Vues successives du dérasement du seuil du « Pont des Soldats » sur la Corrèze à Tulle (photos Biotec).



Fig. 12 : Vues de la Corrèze en aval et en amont du barrage de l'Auzelou en septembre 2011. Images du haut, la Corrèze « ressuscitée » en aval du barrage. Images du bas, la Corrèze encore dans le « coma » en amont du barrage (photos Biotec).



# Réactivation d'un hydrosystème naturel par destruction de drainages

Bernard Lachat

## Résumé

Le site de Pré Raisin sur la commune de Cornol (JU) fait partie d'un projet plus étendu de création d'une nouvelle voie de migration pour la faune sauvage à travers une plaine agricole en compensation aux travaux de l'autoroute A16. Sur ce site, il a été envisagé de créer un vaste ensemble de zones humides sur un ancien pâturage légèrement en pente. La mise en place d'un remembrement parcellaire a facilité la possession du terrain par les promoteurs de l'autoroute et a permis d'élaborer ainsi un projet de revitalisation de l'hydrosystème complet et complexe.

A partir d'une simple décorrection des drainages, on a recréé, par écoulement gravitaire en surface, un ensemble humide très riche en écotones sur une surface de 4 ha, avec une valeur paysagère et un fonctionnement écologique au niveau régional des plus remarquables.

## Mots-clés

Hydrosystème, remembrement parcellaire, fonctionnement écologique

## Reaktivierung eines natürlichen Gewässersystems durch Entwässerungskorrektur

### Zusammenfassung

Der Standort «Pré Raisin» in der Gemeinde Cornol (JU) gehört zu einem ausgedehnten Projekt zur Schaffung einer neuen Wanderroute für Wildtiere durch landwirtschaftliches Flachland als Kompensationsmassnahme zu den Arbeiten an der Autobahn A16.

An diesem Standort, der früher Weideland war, wurde die Schaffung einer grossen Feuchtgebietszone ins Auge gefasst. Dass der Besitzer des Geländes auch Bauherr der Strasse war, hat die Ausführung der Flurbereinigung verein-

facht und ermöglichte es, ein vollständiges und komplexes Revitalisierungsprojekt auszuarbeiten.

Mit einer einfachen Entwässerungskorrektur eines Fischzuchtteiches hat man durch die Schwerkraftströmung ein 4 ha grosses Feuchtgebiet wiederhergestellt. Dieses Feuchtgebiet ist reich an Biodiversität und verfügt über ein bemerkenswertes Landschaftsbild, dessen ökologische Funktionen auf regionalem Niveau sind.

### Keywords

Gewässersystem, Flurbereinigung, ökologische Funktion

### Riattivazione di un sistema fluviale naturale attraverso la distruzione di drenaggi

### Riassunto

L'area di Pré Raisin sul comune di Cornol (JU) fa parte di un più ampio progetto di creare una nuova via di migrazione per la fauna selvaggia attraverso una pianura agricola, tutto ciò per compensare i lavori dell'autostrada A16.

In quest'area è stato progettato di creare un vasto insieme di zone umide su di un vecchio pascolo in leggera pendenza. L'esecuzione di una ricomposizione parcellare ha facilitato il possesso del terreno da parte dei promotori dell'autostrada e ha permesso così di elaborare un progetto di rivitalizzazione completo e complesso.

Con una semplice ricorrezione dei drenaggi, è stato ricreato per scorrimento gravitazionale in superficie, un insieme umido molto ricco di ecotoni su di una superficie di 4 ha, con un valore paesaggistico e un funzionamento ecologico tra i migliori della regione.

## Parole chiave

Sistema fluviale, ricomposizione parcellare, funzionamento ecologico

## 1 Introduction

Une surface de compensation écologique a été aménagée en 1996 dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 sur la commune de Cornol (JU), dans le nord-ouest de la Suisse.

En effet, des couloirs de déplacement de la faune d'importance régionale avaient été mis en évidence lors de l'étude d'impact sur l'environnement, dans la plaine plus à l'ouest, vers Porrentruy. Ces couloirs étant coupés par le projet de construction de l'autoroute A16, la mise en place de passages à faune par-dessus la route avait été proposée comme mesure d'atténuation des impacts à ces endroits. Pour des raisons techniques puis financières (passages par-dessus deux voies de chemins de fer, un cours d'eau et la future autoroute), le projet de passage supérieur n'a pas été retenu.

En remplacement, la décision a été prise de délocaliser ces couloirs de déplacements de la faune, plus à l'est de l'autoroute, en utilisant le fait que la route passe en tunnel à proximité. Ainsi, la zone de compensation écologique de Pré Raisin à l'est de la commune de Cornol (JU) a été créée pour relier le versant nord du Mont Terri au ruisseau de l'Erveratte, et permettre le contournement de l'autoroute grâce à des structures naturelles diversifiées (fig. 1).

## 2 Etat initial

L'utilisation initiale du site était de la pâture (fig. 2). En sous-sol, un vaste réseau de drains anciens (terre cuite) a rendu les terrains moins mouillés et praticables pour cette utilisation. Le substratum géologique s'apparente à des lehms (colluvions à porosité faible)



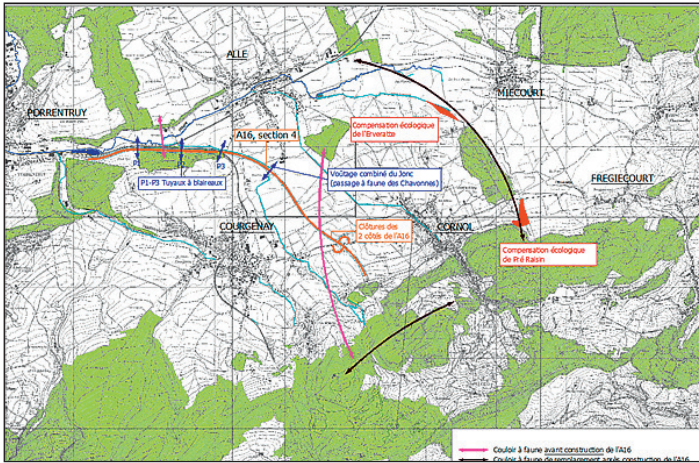


Fig. 1 : Effet de coupure de l'autoroute sur les déplacements de la faune et localisation de la zone humide de Pré Raisin sur la commune de Cornol (JU).



Fig. 2 : Etat initial de la parcelle avant les travaux, vue en direction du nord (photo Biotec, 1995).

sur calcaires du Kimméridgien inférieur. L'hydromorphie partielle du site est liée à la présence de lentilles d'argile (marnes grises à jaunes et terre argileuse) d'étendue et de localisation variables. Le calcaire est apparent dès que la pente s'accroît vers le sud.

Quelques sondages ont démontré la présence de marne entre -30 et -60cm, d'autres n'ont pas révélé de couche étanche marneuse sous la terre végétale, ce qui a nécessité d'adapter le projet en cours de réalisation.

Le site étant fortement pâturé et drainé, la flore et la faune sauvage s'en trouvaient appauvries, bien que quelques zones typiques de joncs et menthe fusent visibles.

Cette parcelle de 4 ha, pas très intéressante pour l'agriculture, a été

acquise par l'Etat pour y établir une zone de compensation aux impacts liés à l'autoroute A16 (fig. 2 et 3).

### 3 Aménagement au sud de la parcelle

Le terrain étant en pente du sud au nord, l'idée qui s'est imposée d'emblée a été de rendre inactif le réseau de drainage sur l'ensemble de la parcelle et bénéficier de l'eau en gravitaire. Pour ce faire, un drain en forme de «Y», installé en tête de parcelle (au sud), a été cassé et un écoulement de surface a été modelé sous forme de ruisseau à ciel ouvert, avec de multiples faciès (fig. 4 et 5). Des seuils en bois ont été construits de manière à remonter le niveau piézométrique en surface du sol afin de favoriser un état humide permanent. Le

débit du drain était de l'ordre de 1 l/s (au printemps). Le drain peut, par contre, s'assécher en été.

Dans ce secteur, la pente naturelle du terrain, trop forte, ne favorise pas la création de plans d'eau très étendus. Ainsi, l'eau transite plutôt dans un lit sinueux, agrémenté de vasques plus ou moins profondes (gouilles) à flanc de coteau (fig. 6) et finalement arrive dans un étang.

En parallèle à cet aménagement, des drains ont été enlevés et d'autres bouchés lors des travaux de terrassement.

### 4 Aménagement au centre de la parcelle

Un étang a été créé en profitant d'une légère dépression topographique lo-



Fig. 3 : Etat initial de la parcelle avant les travaux, vue en direction du sud. Les piquets indiquent des points de référence pour la digue et les divers tracés du ruisseau et des mares (photo Biotec, 1995).



Fig. 4 : Deux drains arrivant au même point ont été cassés et leur écoulement mis à ciel ouvert en tête de parcelle. C'est le point de départ de nouvel hydrosystème. Ce n'est que l'eau de ce drain qui alimente toute la zone (photo Biotec, 1996).



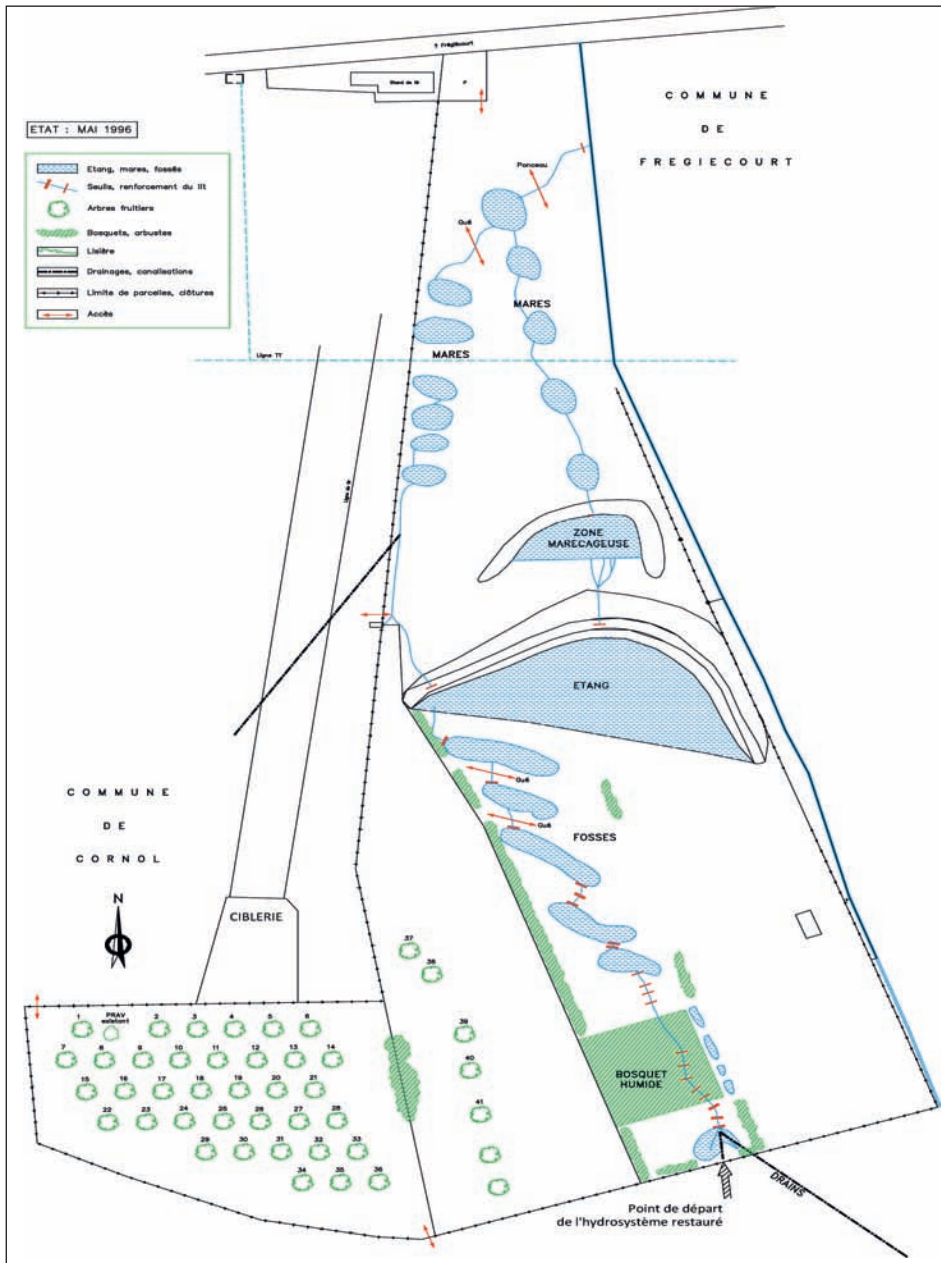


Fig. 5 : Plan du projet d'aménagement du nouvel hydrosystème à partir d'un seul drain, avec les mares et les tracés des écoulements superficiels (Biotec).

cale augmentée par des talus ainsi que par l'édification d'une digue de retenue des eaux (fig. 7).

Les caractéristiques principales sont les suivantes :

- surface du plan d'eau : 1500 m<sup>2</sup>
- profondeur maximale : 2,00 m
- longueur digue (en croissant) : 140 m

La digue a été construite en marne calcaire très pure, provenant d'une zone de forage des tunnels A16. Un drain a été placé en pied extérieur et un muret anti-rat musqué (*Ondatra zibethica*) a été coulé au centre de la digue.

Le surplus d'eau qui sort de l'étang est récupéré par deux trop-pleins situés

exactement à la même altitude, l'un au centre de la digue, l'autre sur le côté ouest.

Le creusage de la saignée dans la digue pour le muret a produit une certaine quantité d'argile qui, plutôt que d'être évacuée, a été déposée en andain en forme de « banane » en aval de la digue de l'étang, permettant d'avoir un plan d'eau supplémentaire peu profond (fig. 5).

## 5 Aménagement au nord

Le trop-plein central s'écoule donc dans ce plan d'eau supplémentaire de 0,80 m de profondeur situé en aval de l'étang,

lui-même libérant l'eau qui poursuit son chemin le long d'un ruisseau sinueux affublé de vasques et de mares, temporaires parfois (fig. 8). Un même tracé est dessiné sur la frange ouest de la parcelle que l'eau du 2<sup>e</sup> trop-plein de l'étang emprunte. Finalement, au fond de la parcelle, l'eau est restituée à un ruisseau.

## 6 Végétation

Quelques travaux de végétalisation ont été effectués pour diversifier le site rapidement, créer des abris manquants et concurrencer les néophytes dans des zones fortement travaillées. Cependant, les  $\frac{3}{4}$  de la surface n'ont pas été aménagés avec des végétaux. La priorité a été donnée au développement spontané lié à l'augmentation de l'hydromorphie des sols. Les milieux auxquels un « coup de pouce » a été donné sont :

*Haies et bosquets refuges :*

De petites zones refuges pour le gibier transitant sur cet axe ont été aménagées de façon éparse (1500 m<sup>2</sup> au total). Les quelques plantations ont surtout été réalisées en limite de parcelle, dans la partie basse, pour éviter un repeuplement naturel trop dynamique nécessitant des interventions d'entretien trop nombreuses.

*Prairies fleuries :*

Afin d'accélérer la croissance de formations végétales fleuries dans des zones destinées à une exploitation agricole extensive de fauche, des semis de prairie fleurie et l'épandage de fleurs de foin provenant de prairies humides ont été exécutés sur env. 3000 m<sup>2</sup>.

*Développement naturel spontané :*

Tout le reste de la surface est laissé au développement spontané en relation avec l'humidité des sols. Les types de formations végétales voulues sur certaines surfaces, traitées du reste comme tel lors des entretiens, sont les suivants : prairie humide extensive, prairie extensive, mégaphorbiaies humides, aulnaies, saulaies, pâturage en arrière-saison.

*Vergers de fruitiers hautes tiges :*

Le site, dans sa partie sud-ouest, se prêtait à la création d'un verger hautes tiges, à bonne distance de la route Cornol-Fregiécourt. Entouré de prairies naturelles et extensives incluses dans





Fig. 6 : Terrassement des lits du ruisseau et des mares, création de seuils en bois pour relever le niveau piézométrique et démolition des drains au passage (photo Biotec, 1996).



Fig. 7 : Construction de la digue de l'étang pour retenir l'eau provenant des drains détruits en amont (photo Biotec, 1996).



Fig. 8 : Grande mare réalisée avec le surplus de marne de la digue de l'étang. Elle récupère l'eau d'un des trop-pleins de l'étang qui poursuit sa course ensuite vers l'aval à travers de nouvelles vasques (photo Biotec, 1996).



Fig. 9 : L'étang en juin, soit cinq ans après les travaux (photo Biotec, 2001).



Fig. 10 : Gouille en aval de l'étang, six mois après le début des travaux. De très nombreuses pontes de batraciens y ont été observées dès le 1<sup>er</sup> printemps (photo Biotec, 1996).



Fig. 11 : Gouille (idem fig. 10), cinq ans après sa création (photo Biotec, 2001).





Fig. 12 : Mosaïque de milieux, dix ans après les travaux (photo Biotec, 2005).



Fig. 13 : Vue d'ensemble du site, dix ans après les travaux (photo Biotec, 2005).



1



2



3



4

Fig. 14 : Espèces végétales typiques des abords des mares (photo Biotec).

1. *Carex paniculata* (laïche paniculée)
2. *Carex viridula* (laïche tardive)
3. *Sparganium erectum* (rubanier)
4. *Typha latifolia* (massette)





Fig. 15 : A gauche : Cuivré des marais adulte. A droite : œufs du Cuivré des marais sur une feuille de Rumex (photos E. Wermeille).

la surface, ce verger de 6400 m<sup>2</sup> comprend 43 arbres. Conçu comme verger conservatoire de vieilles variétés fruitières, il abrite aussi diverses espèces d'oiseaux intéressants.

### 7 Evolution des aménagements

Les figures 9 à 13 montrent quelques vues du site et son évolution au cours du temps. Les images parlent d'elles-mêmes.

### 8 Suivi et biodiversité

Un suivi scientifique portant sur la végétation de quelques zones, sur les papillons diurnes (*Rhopalocera*, *Hesperiidae*, *Zygaenidae*) et sur les libellules (*Odonates*) a pu être réalisé en 2002, soit six ans après les travaux.

#### Végétation

Sur les quelques parcelles inventoriées on a compté 149 espèces de plantes

herbacées différentes. Les ligneux n'ont pas été pris en compte. Il faut noter la présence d'espèces très intéressantes comme support spécifique pour certaines espèces de papillons (fig. 14 et 15).

#### Invertébrés

Sur l'ensemble du site, 30 espèces de papillons de jour ont été observées. Le caractère humide du site se concrétise par la présence de 2 espèces particulières :

- *Brenthis ino* (Nacré de la sanguisorbe), peu répandue dans la région. Elle se reproduit probablement à Pré Raisin, grâce à l'implantation progressive de sa plante hôte (*Filipendula ulmaria*).
- *Lycaena dispar* (Cuivré des marais), espèce menacée au niveau suisse et qui fait l'objet de recherches et de mesures particulières de conservation. En dehors de l'Ajoie, seul le canton de

Genève abrite ce papillon. Pré Raisin est actuellement le seul site où la reproduction semble régulière (fig. 15).

Pour les libellules, au total 28 espèces ont été observées en 2002 sur l'ensemble du secteur.

Ce nombre plutôt élevé s'explique notamment par la variété des milieux à disposition dans ce site, à savoir des plans d'eau de tailles diverses, mares, étangs, des zones d'eau courantes, ruisseau, fossés. A priori, la grande majorité des espèces observées sont indigènes sur le site, bien que des preuves certaines de reproduction manquent pour plusieurs d'entre elles.

On y rencontre une majorité d'espèces ubiquistes largement répandues comme *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Anax imperator* ou encore *Libellula quadrimaculata*.

Le milieu abrite encore des espèces pionnières, *Ischnura pumilio*, *Libellula depressa*, *Orthetrum brunneum*, qui semblent se maintenir malgré l'évolution naturelle de la végétation. Cette situation s'explique vraisemblablement par le fait que le niveau d'eau des plans d'eau s'abaisse régulièrement « recréant » ainsi, par cette dynamique, des secteurs de type pionnier.

Certaines espèces caractéristiques des eaux courantes, suintements, ruisseaux comme *Calopteryx virgo*, *Orthetrum coerulescens* et *Cordulegaster boltonii* ont également pu coloniser les milieux à disposition.

Les espèces les plus intéressantes dans un cadre national, mais aussi régional sont *Epitheca bimaculata*, *Orthetrum albistylum* et *Gomphus pulchellus* toutes trois menacées à l'échelle suisse, mais bien implantées en Ajoie (fig. 16).

### 9 Conclusion

Imaginer qu'à partir d'un seul drain on puisse « créer » tout ça est tout simplement merveilleux. Certes la conception du projet et l'expérience acquise au cours des années permettaient d'imaginer une zone humide. Mais avec l'identification de 145 espèces de plantes herbacées nouvelles sur le site, 28 de libellules et 30 de papillons, la compensation écologique de Pré Raisin



Fig. 16 : Orthetrum à stylets blancs (*Orthetrum albistylum*) (photo Biotec, 2010).



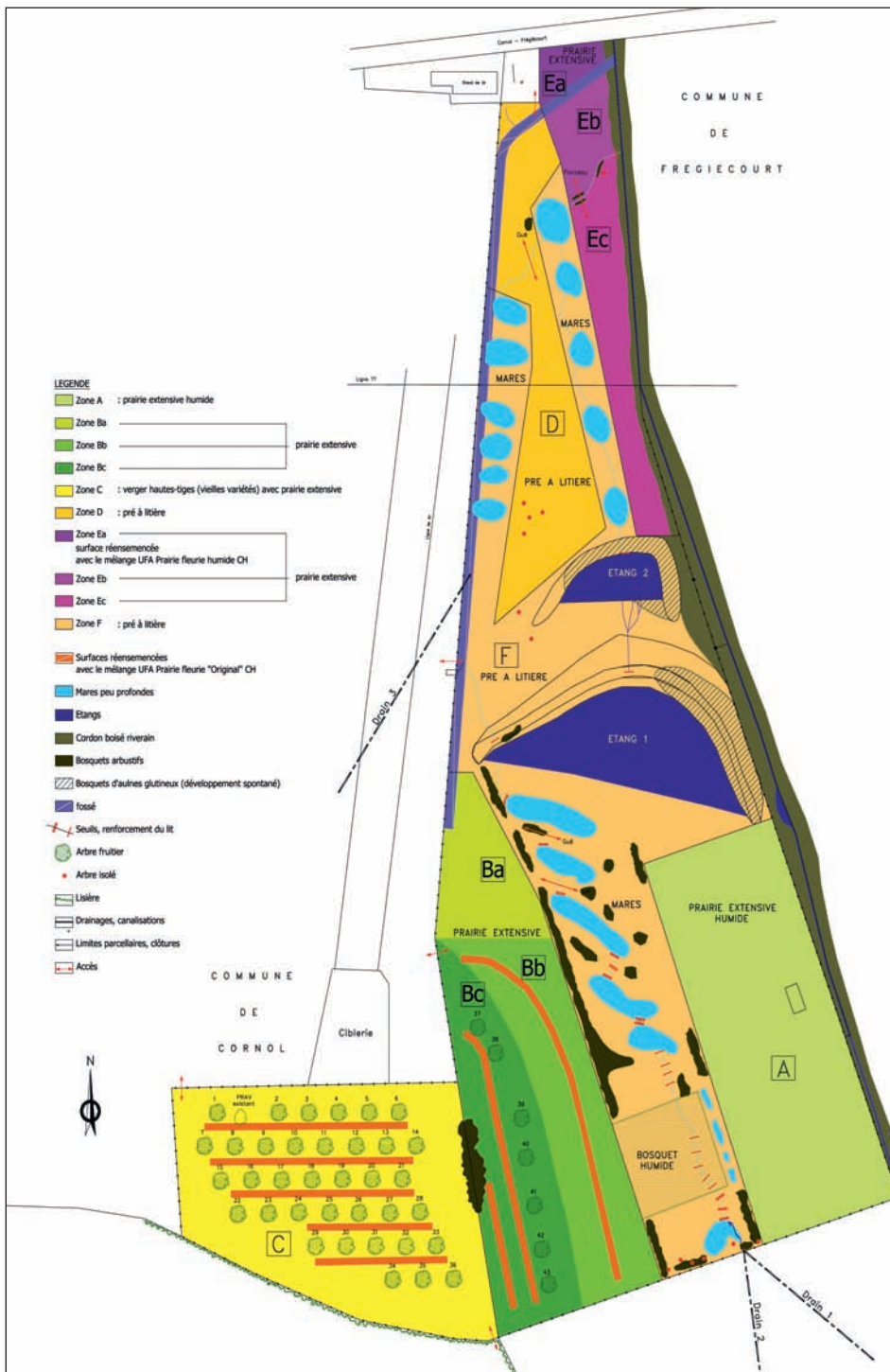


Fig. 17 : Plan d'ensemble des aménagements. En amont du site (partie basse de la figure), depuis le point de confluence de 2 drains, l'eau coule à ciel ouvert dans un système topographiquement remodelé pour créer des fossés, des mares, des étangs et une saturation en eau des sols ainsi qu'une vaste mosaïque de milieux (Biotec).

est un véritable refuge pour la faune et la flore de la région. De plus, la mise en évidence de la présence d'espèces rares comme le papillon *Lycaena dispar* (Cuivré des marais), espèce menacée au niveau suisse, est très motivante. Ces résultats ont également permis d'orienter la gestion et l'entretien des surfaces en fonction de ces espèces (fig. 17).

Les illustrations de ce court article montrent quelques vues de l'évolution au cours du temps de cet hydrosystème retrouvé. Le site est devenu extrêmement attractif pour la faune de toute nature : invertébrés, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères et joue pleinement son rôle d'abris et de corridor faunistique.

#### Adresse de contact :

Bernard Lachat  
 BIOTEC, Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-mail : bernard.lachat@biotec.ch  
 www.biotec.ch



# Renaturation de l'Aire, agglomération genevoise; une nouvelle façon de créer un cours d'eau

François Gerber

## Résumé

Le projet de revitalisation de l'Aire est l'un des plus importants en cours de réalisation en Suisse. Il a débuté en 2000 et la dernière tranche de travaux devrait être réalisée en 2016. Depuis le début, c'est toujours la même équipe pluridisciplinaire qui travaille sur les plans d'aménagement et c'est à force d'échanges entre les ingénieurs, les biologistes et les architectes qu'est née une nouvelle façon de « créer » un cours d'eau. Grâce à l'espace à disposition de la rivière, l'agglomération genevoise sera protégée vis-à-vis des crues tricentennales et une mosaïque de milieux riches et diversifiés sera créée au travers de la plaine agricole de l'Aire.

## Mots-clés

Revitalisation, renaturation, Aire

## Die Aire-Renaturierung (Genf); eine neue Form, einen Wasserlauf zu schaffen

## Zusammenfassung

Das Revitalisierungsprojekt der Aire ist derzeit eines der wichtigsten Revitalisierungsprojekte in der Schweiz. Das Projekt begann im Jahre 2000, und die letzte Arbeitstranche sollte im Jahre 2016 erledigt werden. Seit Beginn des Projektes arbeitete immer dasselbe interdisziplinäre Team an der Raumplanung. Die vielen Austausche zwischen den Ingenieuren, Biologen und Architekten ermöglichten eine neue Form, einen Wasserlauf zu «schaffen». Dank des neu gestalteten Gewässerraums ist der Genfer Siedlungsraum gegen ein HQ<sub>300</sub>-Hochwasser geschützt und ein Mosaik von reichen und diversifizierten Naturräumen wird dank des landwirtschaftlichen Flachlandes der «Aire» entstehen.

## Keywords

Revitalisierung, Renaturierung, Aire

## Rinaturalizzazione dell'Aire (Ginevra); un nuovo modo per creare un corso d'acqua

## Riassunto

Il progetto di rivitalizzazione dell'Aire è uno dei più importanti progetti in corso di realizzazione in Svizzera. È iniziato nel 2000 e l'ultima fase di lavori dovrebbe essere realizzata nel 2016. Fin dall'inizio, è sempre stata la stessa squadra multidisciplinare a lavorare sui piani regolatori ed è a forza di scambi tra gli ingegneri, i biologi e gli architetti che è nato un nuovo modo di «creare» un corso d'acqua. Grazie allo spazio a disposizione del fiume, l'agglomerato di Ginevra sarà protetto dalle «piene HQ<sub>300</sub>» e un mosaico di ambienti ricchi e diversi sarà creato sulla pianura agricola dell'Aire.

## Parole chiave

Rivitalizzazione, rinaturalizzazione, Aire

## 1 Introduction

C'est pour redonner vie à une rivière très fortement corrigée au début des années 1900, possédant une très faible valeur biologique et un gabarit hydraulique insuffisant (fig. 1) que le projet de renaturation de l'Aire a débuté en 2000. Depuis l'élaboration de l'avant-projet qui concernait un linéaire de 4,5 km sur une largeur variant de 100 à 200 m (fig. 2), deux étapes de travaux ont été réalisées (2002 et 2009) et la troisième est en cours de réalisation. L'ensemble des travaux a été estimé à 50 mio de francs.

Les buts poursuivis par cet imposant projet sont basés sur les trois domaines du développement durable. Il s'agit de marier les intérêts de l'homme (social),



Fig. 1 : Etat actuel de l'Aire après les corrections du début des années 1900 (photo Biotec).



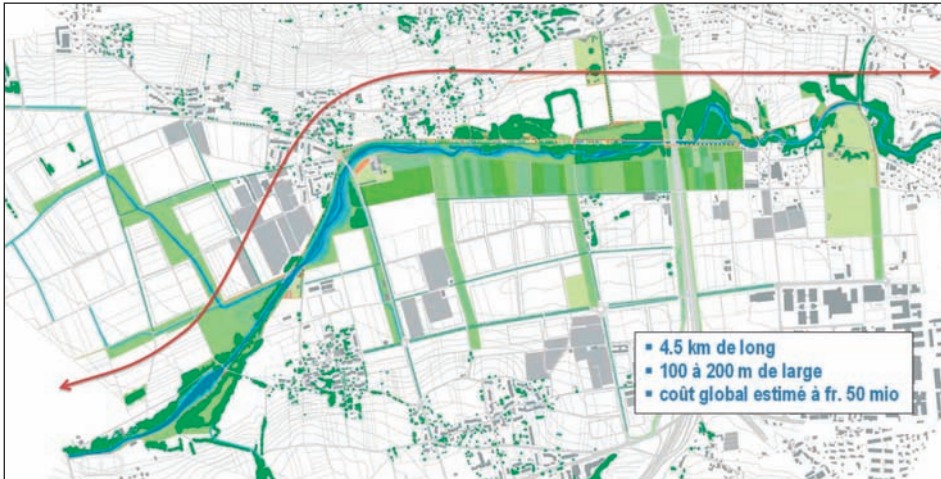


Fig. 2 : Vue d'ensemble du projet de renaturation de l'Aire (image Superpositions).

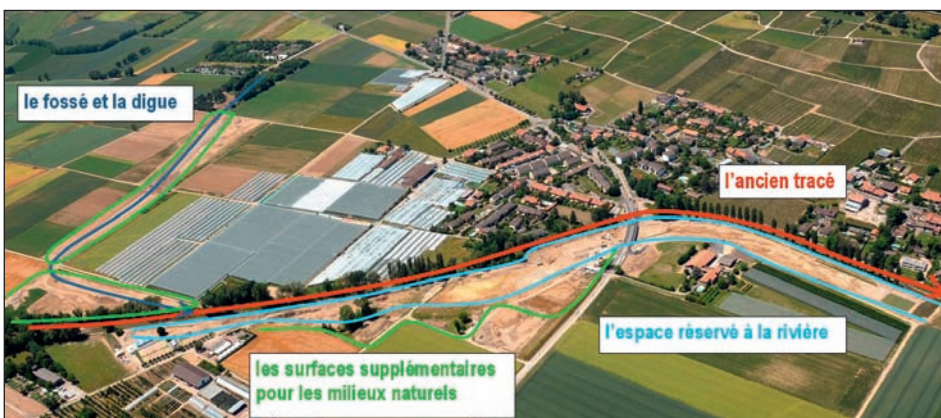


Fig. 3 : En plus de l'emprise nécessaire pour la gestion des crues et du ruissellement (limite bleue), des emprises supplémentaires ont été ajoutées pour développer une mosaïque de milieux riches et diversifiés (limite verte). Le trait rouge indique l'ancien tracé corrigé dans les années 1900 (image Superpositions).

de la nature (environnement) et de la protection contre les crues (économie). Pour que l'ensemble des domaines soient traités de manière équitable, c'est une équipe pluridisciplinaire qui a été formée et ceci dès le début du projet

en 2000 suite à un concours. Elle est composée d'ingénieurs en génie biologique et en génie civil, de biologistes, d'hydrauliciens et d'architectes (groupe-ment SUPERPOSITIONS).

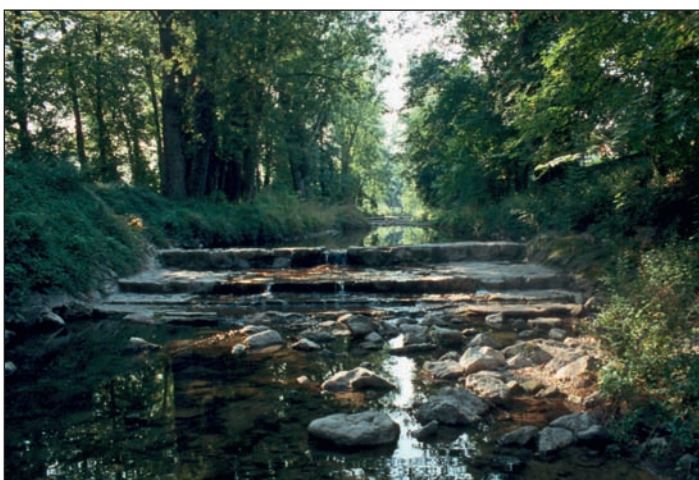


Fig. 4 : Etat initial du lit de l'Aire en amont du pont de Lully, avec des berges rectilignes et une succession de seuils empêchant toute évolution (photo Biotec).



Fig. 5 : Nouveau lit de l'Aire, libre de s'écouler dans un important espace de liberté, végétalisé à l'aide des techniques du génie biologique ; une dizaine de mélanges grainiers particuliers pour les herbacées et 9 listes de plantes pour les ligneux ont été développées et utilisées pour la végétalisation de plus de 100 000 m<sup>2</sup> (photo Superpositions).

## 2 Les deux premières étapes : expérimentation des techniques

La première étape de travaux a permis d'expérimenter des solutions techniques pour faire disparaître le canal de béton au profit d'une rivière naturelle, libre d'évoluer dans un espace défini.

La deuxième étape est survenue après de graves inondations dans le village de Lully. La revitalisation du cours d'eau sur ce tronçon a été fortement influencée par la gestion des crues mais également par la gestion des eaux de ruissellement (digue et fossé – fig. 3) pour protéger les habitations situées au bord de l'Aire. Un grand terrain « de jeu » a été offert à la rivière pour qu'elle puisse évoluer librement. Ces grandes surfaces mises à disposition de la nature ont permis la création d'une mosaïque de milieux variés allant de la forêt alluviale à la prairie sèche (fig. 3 à 10).

## 3 La troisième étape : une nouvelle façon de créer un cours d'eau

Pour la troisième étape, le groupe-ment SUPERPOSITIONS a décidé d'expérimenter une nouvelle conception d'aménagement de cours d'eau. Il s'agit de laisser la rivière choisir elle-même son chemin et sa forme au gré des crues et des matériaux rencontrés. Sur une distance de plus de 1000 m et une largeur d'environ 100 m, l'Aire creusera, déposera, inventera de nouveaux chemine-





Fig. 6 : Espace mis à disposition de l'Aire avec de grandes zones inondables, parfois vouées à être reboisées (saulaies, aulnaies) ou maintenues ouvertes (mégaphorbiaies). Vue juste à la fin des travaux de terrassement, en novembre 2009 (photo Induni).



Fig. 7 : Au départ, un large lit plat a été terrassé (partie gauche de l'image), mais les différents types de matériaux du lit, les crues et quelques structures mises en place (épis, troncs, etc.) ont favorisé le développement d'un nouveau de lit de l'Aire très diversifié (partie droite de l'image). En haut, derrière l'alignement de peupliers, on devine l'ancien canal (photo Induni).



Fig. 8 : Une nouvelle promenade pour le public a été créée le long de l'Aire (toujours sur une seule rive pour éviter trop de dérangement du milieu naturel) ; elle est ponctuée d'espace de détente ou de pique-nique et également d'aménagements permettant un accès localisé à l'eau (photo Biotec).



Fig. 9 : Détail des matériaux graveleux utilisés pour le recouvrement de la digue bordant le fossé de gestion des eaux de ruissellement et de l'excellent développement de la prairie fleurie sèche, quelques années après le semis. Malgré un substrat très pauvre, cette mosaïque de milieux secs et humides a déjà vu l'installation du crapaud calamite, du petit gravelot et de différentes espèces d'azurés (papillon) (photos Biotec).

ments ou en abandonnera d'autres au travers d'une structure dite « en plaque de chocolat » (fig. 11). Cette structure très géométrique au départ, formée de losanges en relief sur le fond du lit, se transformera et s'effacera avec le temps, offrant une multitude de conditions hydriques et de substrats variés, permettant l'installation naturelle, et non imposée par l'homme, d'une importante diversité végétale et animale.

Dans le cadre de cette 3<sup>e</sup> étape, un important dispositif de retenue des eaux sera également réalisé pour protéger l'agglomération genevoise des crues de l'Aire. Une digue équipée de déversoirs sur plus de 250 m sera édifiée au travers de la plaine de l'Aire. Lors d'une crue centennale, un « lac temporaire » se formera pour retenir environ 250 000 m<sup>3</sup> d'eau.

Enfin, l'ancien canal (fig. 12) ne sera pas complètement effacé mais partiellement remblayé et intégré à la promenade de l'Aire. Cela permettra la création d'une succession de jardins d'eau, de pelouses ou de zones de détente. Il marque également la frontière entre la nature « sauvage » et la zone récréative dédiée à l'homme. Il était également important de conserver une trace de cet ouvrage car cette ligne droite constitue la colonne vertébrale de l'ensemble de l'aménagement de la plaine de l'Aire. Depuis le début du concours en 2000,





Fig. 10 : Création de milieux pionniers avec mares et microstructures pour la petite faune sur une zone remblayée avec 200 000 m<sup>3</sup> de matériaux provenant des terrassements du nouveau lit de l'Aire (gestion des excavations exclusivement sur le site du projet) (photo Biotec).

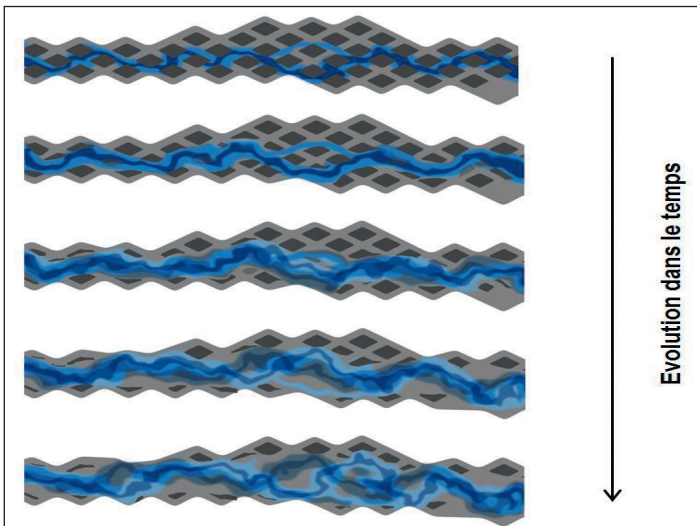


Fig. 11 : Le nouveau concept d'aménagement de cours d'eau dit « en plaque de chocolat » développé par le groupement SUPERPOSITIONS (dessin ADR) avec la création d'une structure de base régulière en losanges permettant à la rivière de choisir son propre chemin au cours du temps.



Fig. 12 : Travaux de correction de l'Aire dans les années 1930 sur le secteur de la 3<sup>e</sup> étape de revitalisation ; les anciens méandres ont été supprimés au profit d'un canal en béton rectiligne qui sera, à son tour, abandonné de la rivière (source : archives du canton de Genève).

c'est donc un long processus de concertation, de discussions et de négociations avec les riverains, le monde agricole et les différents services de l'Etat qui a permis la réalisation d'un projet très ambitieux tant au niveau nature que social, mais également du point de vue de la protection contre les crues.

**Maître d'ouvrage :** Etat de Genève, DIME, Service de la Renaturation des cours d'eau

**Mandataire :** SUPERPOSITIONS groupement composé de G. Descombes, ADR Architectes, Léman Eau et BIOTEC

**Adresse de contact :**

François Gerber  
BIOTEC Biologie appliquée SA  
Rue du 24 Septembre 9  
2800 Delémont  
Tél. : 032 435 66 66  
Fax : 032 435 56 46  
E-mail : francois.gerber@biotec.ch  
www.biotec.ch



# La revitalisation de la Sorne en amont de Delémont

François Gerber

**une compensation de l'espace  
cours d'eau limité en ville,  
canton du Jura**

## Résumé

Le projet d'envergure lancé par la commune de Delémont intitulé « Delémont marée basse » a pour ambition de protéger la ville et ses habitants vis-à-vis des crues, mais également d'améliorer la qualité des milieux naturels liés aux cours d'eau. C'est un important processus de concertation qui a permis la votation d'un crédit général pour le réaménagement de la Sorne sur l'ensemble du territoire communal.

Une première étape de travaux a été menée en amont de la ville et a permis la création de milieux riches et variés et aussi de redonner une certaine dynamique à la rivière.

Les études se poursuivent actuellement afin de démarrer les travaux dans la zone urbanisée de Delémont.

## Mots-clés

Sorne, « Delémont marée basse », revitalisation, milieux naturels

**Die Revitalisierung der Sorne  
flussaufwärts von Delémont,  
eine Schaffung von Ausgleichs-  
flächen für den in der Stadt  
stark eingeschränkten Flusslauf,  
Kanton Jura**

## Zusammenfassung

Mit dem ehrgeizigen Projekt «Delémont marée basse» hat sich die Gemeinde Delémont das Ziel gesetzt, die Stadt und ihre Einwohner vor Hochwasser zu schützen, gleichzeitig aber auch die Qualität des an den Flussverlauf grenzenden Naturraums zu verbessern. In einer wichtigen Abstimmung wurde ein umfassender Kredit für die Umgestaltung der Sorne im gesamten Gebiet der Gemeinde bewilligt. Eine erste Etappe der Neugestaltung wurde flussaufwärts der Stadt durchgeführt. Dadurch konnten vielfältige Lebensräume geschaffen und dem Fluss eine gewisse Dynamik zurückgegeben werden. Derzeit werden weitere Studien durchgeführt. Ziel ist es, die Landschaftsgestaltung im Siedlungsgebiet von Delémont in Angriff zu nehmen.

## Keywords

Sorne, «Delémont marée basse», Revitalisierung, Naturraum

**La rivitalizzazione della Sorne  
a monte di Delémont, una  
compensazione dello spazio del  
corso d'acqua limitato in città,  
Canton Giura**

## Riassunto

Il progetto di grande portata lanciato dal comune di Delémont e intitolato «Delémont marea bassa» mira a proteggere la città e i suoi abitanti dalle piene, ma anche a migliorare la qualità degli am-

bienti naturali attorno ai corsi d'acqua. È un importante processo di concertazione quello che ha permesso la votazione di un credito generale per la risistemazione della Sorne sull'insieme del territorio comunale.

Una prima fase di lavori è stata svolta a monte della città e ha permesso la creazione di ambienti ricchi e variati e anche di ridare una certa dinamica al fiume.

Gli studi proseguono attualmente per avviare i lavori nell'area urbana di Delémont.

## Parole chiave

Sorne, «Delémont marea bassa», rivitalizzazione, ambienti naturali

## 1 Introduction

La carte des dangers de Delémont a été publiée au début 2007. Elle a été confirmée par les inondations que la commune a subies en août 2007 (plus de 10 mio de francs de dégâts) pour une crue de temps de retour inférieur à 100 ans. Pour améliorer la sécurité de la population, mais également pour améliorer la qualité de ses cours d'eau, la ville de Delémont, par son Service des travaux publics, a lancé l'opération « Delémont marée basse ». Une importante concertation a été mise en place et un groupe multidisciplinaire a été choisi pour réaliser les études de projet. Un plan directeur a été établi (fig. 1) liant les autorités au programme de réaménagement de la Sorne sur l'ensemble du



Fig. 1 : Plan directeur du réaménagement de la Sorne liant les autorités au programme défini (dessin Urbaplan).

Abb. 1: Masterplan der Umgestaltung der Sorne, der die Behörden an das definierte Programm bindet (Zeichnung Urbaplan).



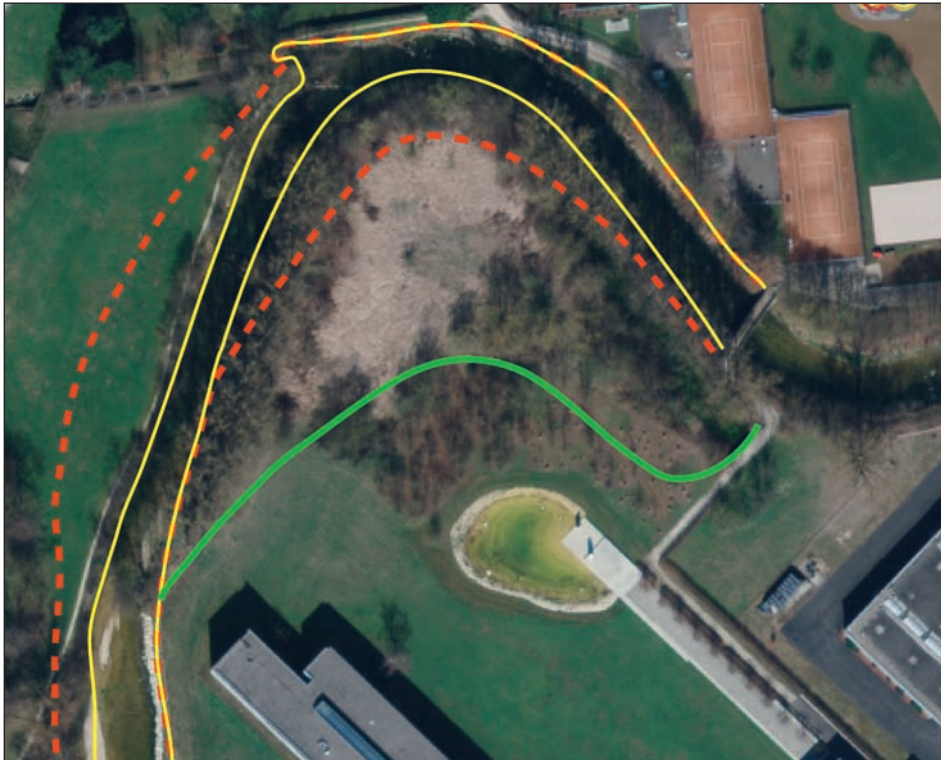


Fig. 2 : Vue aérienne de l'état avant travaux avec, en jaune, l'espace cours d'eau avant travaux, en traitillé rouge le futur espace et en vert la limite de la future zone «nature» en compensation de l'espace restreint lié à la Sorne au centre-ville (source : Office fédéral de Topographie, 2011).

Abb. 2: Luftbild des Geländes vor Beginn der Umgestaltungsarbeiten, in Gelb der Flussverlauf vor Beginn der Umgestaltungsarbeiten, in roter Strichlinie der vorgesehene spätere Flussverlauf und in Grün die Grenze des als Naturzone vorgesehenen Bereichs als Kompensation für den im Stadtzentrum eingeschränkten Flusslauf (Quelle: Bundesamt für Landestopographie, 2011).

territoire communal. Le crédit général de 15 mio de francs découlant de ce plan directeur a été accepté en votation populaire avec 82% de oui !

Ensuite, pour chaque étape de travaux, un plan spécial a été ou sera déposé. Ce document donne les principes du réaménagement, le périmètre réservé aux eaux et les différents modes d'utilisation du sol. Il est déposé publiquement et est donc soumis à opposition. Pour l'ensemble du réaménagement de la Sorne sur le territoire communal de Delémont, les objectifs principaux sont les suivants :

- apporter la sécurité vis-à-vis des crues en fonction des objectifs de protection retenus,
- revitaliser le lit, les berges et les rives de la rivière,
- compenser le manque d'espace en zone densément bâtie dans les secteurs où les enjeux le permettent,
- assurer la connectivité longitudinale,
- autoriser quelques accès à l'eau pour le public,

– améliorer la mobilité douce et les espaces publics.

### 1 Einleitung

Eine Gefahrenkarte von Delémont wurde Anfang 2007 publiziert. Ihre Richtigkeit wurde durch die Überschwemmung, die die Gemeinde im August 2007 heimgesucht hatte (Sachschäden von mehr



Fig. 3 : Lors de la création de la terrasse inondable, les enrochements ont été supprimés, mais pas les souches d'arbres qui avaient réussi à se développer en berge. L'aménagement favorise le développement d'une érosion naturelle et la création de conditions favorables pour la faune piscicole et terrestre (photo Biotec, avril 2012).

Abb. 3: Im Zuge der Anlage der Überflutungsterrasse wurde der Schotter entfernt, nicht jedoch das Wurzelwerk der Bäume, die sich am Ufer angesiedelt hatten. Die Neugestaltung soll die natürliche Erosion fördern und günstige Bedingungen für die terrestrische und aquatische Fauna schaffen (Foto Biotec, April 2012).

als 10 Mio. Franken), für Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von weniger als 100 Jahren bestätigt. Um die Sicherheit der Bevölkerung zu erhöhen und die Qualität des Wasserlaufs zu verbessern, hat die Stadt Delémont unter Federführung des Tiefbauamts die Operation «Delémont marée basse» eingeleitet.

Ein wichtiger Abstimmungsprozess fand statt und in der Folge wurde ein multidisziplinäres Team damit beauftragt, die Projektierung durchzuführen. Ein Masterplan (Abb. 1), der sämtliche für die Umgestaltung der Sorne zuständigen Behörden der Gemeinde einbezog, wurde erstellt. Der im Masterplan vorgesehene umfassende Kredit von 15 Mio. Franken wurde in einem Volksentscheid mit 82% Ja-Stimmen angenommen!

Anschliessend wurde oder wird für jede Etappe des Bauvorhabens ein detaillierter Plan eingereicht. In diesem Dokument werden die Leitlinien der Umgestaltungsarbeiten festgehalten, der für die Gewässer vorgesehene Bereich und die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten des Geländes dargestellt. Das Dokument wird der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, und es besteht die Möglichkeit, Einspruch zu erheben. Für die gesamten Umgestaltungsarbeiten der Sorne auf dem Gebiet der Gemeinde Delémont gelten die folgenden Leitlinien:

- Die Hochwassersicherheit den gesetzten Zielen entsprechend wiederherstellen.





Fig. 4 : A gauche, l'ancienne berge entièrement enrochée a été démolie et couchée en pente douce ; à droite, le jeu de l'érosion et des dépôts consécutifs aux crues permettent une évolution naturelle de la morphologie et de la végétation de la berge. En arrière-plan, on voit l'espace « nature » en compensation du manque de place au centre-ville (photo Biotec, février 2010 et avril 2012).

Abb. 4: Links das frühere Ufer, ganz von Felsbrocken umsäumt, rechts das sanft ansteigende Ufer nach dem Abriss der Felsmauer. Die Erosion und die Ablagerungen infolge des Hochwassers erlauben eine natürliche Weiterentwicklung der Morphologie und der Vegetation des Ufers. Dahinter ist der Bereich «Naturraum» als Kompensation für den im Stadtzentrum eingeschränkten Flusslauf zu sehen (Foto Biotec, Februar 2010 und April 2012)

- Das Flussbett, die Böschungen und die Flussufer revitalisieren.
- Den Platzmangel in den dicht bebauten Zonen in Bereichen, wo die geländebedingten Umstände dies zulassen, ausgleichen.
- Die Längsvernetzung sichern.
- Der Öffentlichkeit an einigen Stellen den Zugang zum Wasser erlauben.
- Den Langsamverkehr und den öffentlichen Raum verbessern.

## 2 Première étape de travaux

Après avoir réalisé provisoirement deux arrière-digues dans le cadre des mesures urgentes suite aux inondations de 2007, la commune de Delémont, avec l'appui du canton par le biais du plan de soutien à l'économie locale, a lancé les travaux en 2011 sur le secteur situé en amont de la ville, au lieu-dit « En Dozière ».

Tous les objectifs précités ont pu être atteints. En premier lieu, au niveau de la sécurité contre les crues, d'importantes zones de débordement ont été maintenues en zone agricole pour diminuer les débits de pointe en aval.

A certains endroits, le gabarit hydraulique a été agrandi en gardant toutefois un lit mineur suffisamment assez étroit pour garantir une bonne profondeur d'eau à l'étiage. On a aussi profité de ces secteurs pour redonner une certaine dynamique à la Sorne. Des terrasses et des berges en pente douce ont été modelées et aucune stabilisation n'a été effectuée. Seules quelques plantes hélrophytes ont été placées pour apporter une certaine diversité botanique et offrir rapidement

quelques supports et abris notamment pour l'entomofaune (fig. 2 à 4). Toujours en combinant protection contre les crues, revitalisation de la rivière et création de milieux naturels diversifiés, un important secteur de 1,5 ha a été réaménagé mais également maintenu en zone agricole à vocation « compensation écologique » (fig. 5 et 6).



Fig. 5 : Dans ce secteur, anciennement cultivé de manière intensive, la terre végétale a été décapée et une prairie extensive accompagnée de quelques bosquets a été mise en place. Pour augmenter la diversité des milieux, des mares et une importante zone d'eau calme liée à la Sorne ont été créées (photo Easy2map – image géoréférencée prise avec un drone, sept. 2012).

Abb. 5: In diesem früher intensiv bewirtschafteten Bereich wurde der Boden abgetragen und eine Wiese mit einigen Wäldchen gepflanzt. Um die Diversität des Naturraums zu erhöhen, wurden Tümpel und eine grössere ruhige, mit der Sorne verbundene Wasserfläche eingerichtet (Foto Easy2map – georeferenziertes Bild aufgenommen mit einer Drohne, Sept. 2012).

Dans les secteurs où des infrastructures existantes étaient à protéger contre des phénomènes d'érosion, par exemple le camping TCS, une maison et des terrains de sport, des stabilisations mixtes issues du génie civil et biologique ont été mises en place. Une combinaison d'épis en blocs dans le lit mineur, de fascines de saules ou d'enrochements surmontés de lits de plants et plançons en berge, dimensionnés en fonction des forces d'arrachement, a été mise en place (fig. 7).

Concernant la connectivité longitudinale, un ancien seuil de plus de 3 m de haut, servant à alimenter un petit canal en direction de la ville, bloque toute migration piscicole (fig. 8).

C'est l'option d'un ruisseau de contournement qui a été retenue pour contourner le seuil (fig. 9). Le nouveau ruisseau possède une longueur de 170 m et une pente inférieure à 2%. Une prise d'eau permet de réguler le débit d'entrée avec un débit moyen de 300 l/s et un débit maximum inférieur à 1 m<sup>3</sup>/s.





Fig. 6 : Quelques vues de détail des aménagements réalisés dans l'espace « nature » avec la zone d'eau calme liée à la Sorne et les mares entourées d'une zone pionnière (photos Biotec sept. 2012).

Abb. 6: Einige Nahaufnahmen der im Bereich «Naturraum» durchgeführten Umgestaltungsmaßnahmen. Zu sehen sind die ruhige, mit der Sorne verbundene Wasserfläche und die Tümpel umgeben von einer neu angelegten Zone (Fotos Biotec Sept. 2012).

Compte tenu des faibles débits transitant dans son lit, le ruisseau présente une largeur moyenne inférieure à 1 m et des obstacles ont été placés pour ralentir les écoulements. Cela permet d'avoir des profondeurs et des vitesses d'eau favorables au déplacement des poissons. Vu les forces d'arrachement faibles, les berges, une fois encore, n'ont pas été stabilisées mais uniquement végétalisées (fig. 10).

En ce qui concerne le volet accès à l'eau pour le public, une nouvelle plage a été aménagée au camping de Delémont. Les pentes de berge ont été adoucies et

von 2007 zwei hintere Deiche aufgezogen worden waren, hat die Gemeinde Delémont, mittels des Unterstützungsplans der örtlichen Wirtschaft vom Kanton 2011 die Umgestaltungsarbeiten im Gebiet «En Dozière» flussaufwärts der Stadt begonnen. Alle oben genannten Ziele konnten erreicht werden. Insbesondere wurden Überschwemmungszonen in landwirtschaftlich genutzten Flächen beibehalten, um die Scheitelabflüsse flussabwärts zu mindern.

An einigen Stellen wurden Überschwemmungsflächen vergrössert, wobei jedoch

keine Stabilisierung vorgenommen. Es wurden lediglich einige Sumpfpflanzen gepflanzt, um die Artenvielfalt zu stärken und insbesondere für die Insektenfauna einen Schutzraum zu schaffen (Abb. 2 bis 4).

Des Weiteren wurde ein grösserer Bereich von 1,5 ha umgestaltet, dieser bleibt jedoch weiterhin ein Landwirtschaftsgebiet und ökologische Ausgleichsfläche (Abb. 5 und 6). Auch hier wurden die Ziele betreffend den Hochwasserschutz, die Revitalisierung des Flusses und die Schaffung von diversifizierten natürlichen Umgebungen verbunden.

In den Bereichen, in denen bestehende Infrastruktur gegen Erosionsphänomene geschützt werden musste, zum Beispiel der Campingplatz TCS, ein Haus und einige Sportplätze, wurden von Menschenhand gefertigte Befestigungen mit biologischen kombiniert. Eine Kombination von Ährenpflanzen im Bereich der Gewässersohle, Weidenfaschinen oder Steinschüttungen, überdeckt mit Buschlagen und Heckenlagen, dimensioniert entsprechend der Auszugskraft, wurde angelegt (Abb. 7).

Was die Längsvernetzung angeht, bleibt festzuhalten, dass ein alter Sockel von mehr als 3 m Höhe, der dazu dient, einen kleinen Kanal Richtung Stadt mit Wasser zu versorgen, jegliche Fischmigration (Abb. 8) behindert.

Es wurde beschlossen, einen Bach anzulegen, der um die Sperre herumführt (Abb. 9). Der neue Bach ist 170 m lang und weist eine Neigung von unter 2% auf. Die Eintrittsgeschwindigkeit kann mittels eines Wasserkrans geregelt werden, wobei die Durchschnittsgeschwindigkeit 300 l/s beträgt und die Maximalgeschwindigkeit weniger als 1 m<sup>3</sup>/s.

Da der Bach nur wenig Wasser führt, ist er nicht mehr als einen Meter breit, und es wurden Hindernisse eingebracht, um seine Geschwindigkeit zu bremsen. Auf diese Weise wird eine für die Fische vorteilhafte Wassertiefe und Wasser-



Fig. 7 : A gauche, importante érosion de la berge en bordure du camping ; à droite, traitement de la berge en technique mixte avec en arrière-plan la combinaison épis en blocs / fascines de saules et au premier plan enrochement de pied de berge surmonté de lits de plants et plançons (photos Biotec, février 2010 et mai 2012).

Abb. 7: Links ist die Erosion des an den Campingplatz grenzenden Ufers zu sehen; rechts das Ufer nach Anwendung einer Mischtechnik, im Hintergrund zu sehen die Kombination aus Blockbühne und Weidenfaschinen; im Vordergrund Verbauungen der Uferböschung mit Blockwurf, darüber Hecken- und Buschlagen (Fotos Biotec, Februar 2010 und Mai 2012)

des épis ont été construits pour augmenter la surface et garantir le maintien de la plage de graviers existante (fig. 11).

## 2 Die erste Etappe der Neugestaltung

Nachdem im Rahmen der Notfallmassnahmen nach der Überschwemmung

ein schmales Flussbett bewahrt wurde, um die nötige Tiefe des Wassers auch bei Niedrigwasser zu gewährleisten. Diese Sektoren hat man ebenfalls dazu verwendet um der Sorne eine gewisse Dynamik zurückzugeben. Es wurden Terrassen und schwach geneigte Böschungen angelegt und hierbei wurde





Fig. 8 : Seuil de la Grande Ecluse empêchant toute migration piscicole (photo Biotec, sept. 2010).  
 Abb. 8: Sockel der Grossen Schleuse, die jegliche Fischmigration behindert (Foto Biotec, Sept. 2010).



Fig. 9 : Vue aérienne du nouveau ruisseau de contournement et du seuil infranchissable. Les infrastructures existantes empêchent la réalisation de l'entrée de la passe au pied du seuil. Les flèches indiquent les extrémités de la passe (photo Easy2map – image géoréférencée prise avec un drone, sept. 2012).  
 Abb. 9: Luftbild des neuen Umgehungsflusses und des unüberwindbaren Sockels. Die vorhandene Infrastruktur behindert die Einfügung des Fischpasses direkt in den unteren Sockelteil. Die Pfeile zeigen den Anfang und das Ende des Fischpasses an (Foto Easy2map – georeferenziertes Bild aufgenommen mit einer Drohne, Sept. 2012).

geschwindigkeit erreicht. In Anbetracht der niedrigen Auszugskraft wurden die Ufer auch dieses Mal nicht stabilisiert, sondern lediglich begrünt (Abb. 10).

Betreffs des Projektteils Wasserzugang für die Öffentlichkeit wurde ein neuer Strand am Campingplatz von Delémont angelegt. Die Böschungen des Ufers wurden abgeflacht und Bühnen errichtet, um die Fläche zu vergrössern und den vorhandenen Kiesteich zu erhalten (Abb. 11).

### 3 Perspectives et conclusion

Aux portes de Delémont, un vaste projet de revitalisation de la Sorne a été réalisé dans une optique de protection contre les inondations et de diversification de l'écosystème rivière. En effet, les corrections du siècle passé n'étaient plus fonctionnelles sur ces aspects.

Grâce à la gestion des crues, à l'espace mis à disposition de la rivière et à la qualité des milieux favorisés, le projet a reçu un taux de subventionnement très élevé avec les participations fédérale (comprenant le bonus pour l'espace biodiversité pour la 1<sup>re</sup> étape de travaux), cantonale et également d'autres acteurs importants concernés par le projet (assurance, CFF).

De plus, grâce au programme de suivi de quelques indicateurs, il sera possible d'apprécier le degré de réussite du projet dans les trois domaines du développement durable. Mais il est certain qu'après une année déjà, autant l'homme que la nature profitent d'un nouvel espace à disposition.

Enfin, les études concernant la traversée de la zone densément bâtie sont en cours et les travaux devraient démarrer, pour une première partie, en 2014. Grâce à la démarche participative mise en place par la commune de Delémont, le projet se poursuit sereinement selon les principes définis et acceptés par les autorités dans le plan directeur.

**Maître d'Ouvrage :** Ville de Delémont, Service de l'Urbanisme, de l'environnement et des travaux publics

#### Mandataires :

P. Natale, ATB, BG, Urbaplan et BIOTEC (pilote pour le secteur En Dozière)





Fig. 10 : A gauche, création d'un lit restreint et mise en place d'obstacles pour ralentir les eaux et obtenir une profondeur suffisante pour le déplacement des poissons. A droite, variation du tracé et de la largeur (photo Biotec, sept. 2012).

Abb. 10: Links: Anlegen eines eng umgrenzten Flussbetts und Einfügen von Hindernissen, um den Wasserfluss zu bremsen und die notwendige Tiefe für die Fischfortbewegung zu schaffen. Rechts: eine Variation der Flussführung und der Breite des Flussbetts zwecks Schaffung von unterschiedlichen Flussströmungen (Foto Biotec, Sept. 2012).

### 3 Perspektiven und abschliessende Bemerkungen

Vor den Toren der Stadt Delémont wurde ein weitreichendes Projekt der Sorne-Revitalisierung durchgeführt, mit dem Ziel, Hochwasserschutz zu gewährleisten und das Ökosystem des Flusses zu diversifizieren. Die Massnahmen, die im letzten Jahrhundert zur Korrektur (des Flusslaufs) getroffen worden waren, erwiesen sich, unter diesen Aspekten betrachtet, als nicht mehr zweckmässig. Da mit dem Projekt gleichzeitig Hochwasserschutz betrieben werden konnte, dem Fluss mehr Raum zur Verfügung gestellt werden konnte und qualitativ hochwertige Lebensräume gefördert werden konnten, hat das Projekt einen hohen Subventionssatz erhalten; beteiligt haben sich der Bund (einschliesslich

eines Bonus für Biodiversität für die erste Etappe der Bauarbeiten), der Kanton und andere wichtige betroffene Akteure (Versicherungen, SBB).

Zudem ermöglicht ein Folgeprogramm, im Rahmen dessen einige Indikatoren beobachtet werden, eine Abschätzung der Erfolgsquote des Projekts in drei Bereichen der nachhaltigen Entwicklung. Aber es ist bereits nach einem Jahr feststellbar, dass Mensch und Natur von dem neu verfügbaren Raum profitieren.

Derzeit werden Studien für die Umgestaltung des, dicht bebaute Zonen, durchquerenden Flusslaufs durchgeführt. Die Bauarbeiten dürften 2014 beginnen. Auf Grund der partizipativen Vorgehensweise durch die Gemeinde

Delémont kann das Projekt ohne Zwischenfälle und planmässig, gemäss den im Masterplan definierten und von den Behörden gebilligten Leitlinien, durchgeführt werden.

**Projekträger:** Stadt Delémont, Amt für Stadtplanung, Umwelt und Bau  
**Vertreter:** P. Natale, ATB, BG, Urbanplan und BIOTEC (Pilotprojekt für den Sektor En Dozière)

#### Adresse de contact :

François Gerber  
 BIOTEC Biologie appliquée SA  
 Rue du 24 Septembre 9  
 2800 Delémont  
 Tél. : 032 435 66 66  
 Fax : 032 435 56 46  
 E-Mail : francois.gerber@biotec.ch  
 www.biotec.ch



Fig. 11 : L'aménagement d'une zone d'accès à l'eau dans le camping de Delémont a été réalisé en bordure de la fosse du seuil de la Grande Ecluse. Pour garantir le maintien de la plage de graviers, des épis ont été mis en place (photo Biotec, avril 2012).

Abb. 11: Einrichtung einer Zone mit Zugang zum Wasser auf dem Campingplatz von Delémont neben der Grube des Sockels der Grossen Schleuse. Um die Instandhaltung des Kiesstrands zu gewährleisten, wurden die Ufer mit Blockwurf verbaut (Foto Biotec, April 2012).



# Kostengünstige Bausteine zur ökologischen Aufwertung von Fließgewässern

Matthias Mende

## Zusammenfassung

Etwa 15 000 km der Schweizer Fließgewässer befinden sich in einem schlechten ökomorphologischen Zustand. Das revidierte Gewässerschutzgesetz fordert, dass rund 4000 km dieser Fließgewässer in den nächsten 80 Jahren aufgewertet werden. Dies soll durch aufwändige Revitalisierungsmassnahmen erfolgen<sup>1</sup>. In Ergänzung dazu können mit kostengünstigen Bausteinen bereits kurz- bis mittelfristig weite Gewässerstrecken deutlich aufgewertet werden. Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem Einsatz dieser Bausteine und zeigt positive Effekte, nicht zuletzt auch für die vom Gesetz geforderten Revitalisierungsmassnahmen, auf.

## Keywords

Fließgewässer, ökologische Aufwertung, In-Stream-Restaurieren

## Soluzioni peu coûteuses pour l'amélioration écologique des cours d'eau

## Résumé

En Suisse, environ 15 000 km de cours d'eau se trouvent dans un mauvais état écomorphologique. La Loi révisée sur la protection des eaux (LEaux) exige qu'environ 4000 km de ces cours d'eau soient revalorisés au cours des 80 prochaines années. Ceci doit être fait par l'intermédiaire de coûteuses mesures de revitalisation. En complément à ces mesures, de larges tronçons de cours d'eau peuvent déjà être revalorisés à court et à moyen termes grâce à des solutions peu coûteuses. Le présent article présente quelques-unes de ces solutions

*et indique les effets positifs également pour les mesures de revitalisation exigées par la loi.*

## Mots-clés

*Cours d'eau, réévaluation écologique, In-Stream-Restoration*

## Soluzioni poco costose per il miglioramento ecologico dei corsi d'acqua

## Riassunto

*All'incirca 15 000 km di corsi d'acqua svizzeri si trovano in cattivo stato ecomorfologico. La revisione della legge sulla protezione delle acque prevede che circa 4000 km di questi corsi d'acqua siano rivalorizzati nei prossimi 80 anni. Ciò sarà realizzato grazie a vaste misure di rivitalizzazione. In aggiunta, si potranno notevolmente rivalorizzare ampi specchi d'acqua con soluzioni poco costose già a breve e medio termine. Il presente articolo tratta dell'impiego di queste soluzioni e ne mostra gli effetti positivi, non da ultimo anche per le misure di rivitalizzazione richieste dalla legge.*

## Parole chiave

*Corsi d'acqua, miglioramento ecologico, In-Stream-Riassetto*

## 1 Einleitung

Etwa 15 000 km und damit ein Viertel der Schweizer Fließgewässer befinden sich in einem schlechten ökomorphologischen Zustand. In den dicht besiedelten Regionen unter 600 m ü.M. liegt ihr

Anteil sogar bei 46%. Das revidierte Gewässerschutzgesetz fordert nun, dass rund 4000 km der betroffenen Gewässer revitalisiert werden. Für diese umfangreichen Massnahmen wird von einer Umsetzungsdauer von ca. 80 Jahren ausgegangen (Göggel, 2012).

Vor dem Hintergrund der zwangsläufig langen Umsetzungsdauer stellt sich die Frage, wie bereits kurz- bis mittelfristig Verbesserungen zu erzielen sind. Zudem ist unklar, wie mit den verbleibenden knapp drei Vierteln der Gewässerstrecken in einem schlechten Zustand umgegangen wird, die aufgrund eines, als verhältnismässig gering eingestuften ökologischen Nutzens einer Revitalisierung nicht aufgewertet werden sollen.

Wie aktuelle Forschungsergebnisse zum Einfluss der Gewässerstrukturgüte auf die ökologische Qualität der Wirbellosenbesiedlung zeigen, beeinflusst die lokale Strukturgüte die Besiedlung weit weniger als bisher angenommen (Alp et al., 2011, Breyer, 2012). Die Vielfalt der Wirbellosen wird dagegen überwiegend vom grossräumigen Strukturangebot bestimmt. Auf diese Weise kann auch erklärt werden, warum viele kleinräumige Revitalisierungsmassnahmen nicht die erhoffte Verbesserung bei der Tierwelt brachten. Nur bei einer mittleren regionalen Gewässerstruktur war ein starker Zusammenhang zwischen der lokalen Gewässerstruktur und der Bewertung der Lebensgemeinschaften gegeben. Somit bestehen bei Revitalisierungen im Bereich einer mittleren regionalen Gewässerstruktur die besten Erfolgsaussichten, die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und damit den ökologischen Zustand der Gewässer zu verbessern.

<sup>1</sup> Revitalisierung: «Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen» (Göggel, 2012). Unter «baulichen Massnahmen» werden meist verhältnismässig aufwändige Massnahmen wie Gerinneverbreiterungen oder das Baggern eines neuen Gewässerverlaufs verstanden. Im Gegensatz dazu sind unter den vorgestellten Bausteinen zur ökologischen Aufwertung primär Massnahmen im bzw. am bestehenden Gewässerquerprofil zu verstehen («In-Stream-Restaurieren»), die mit geringem Aufwand umgesetzt werden können.



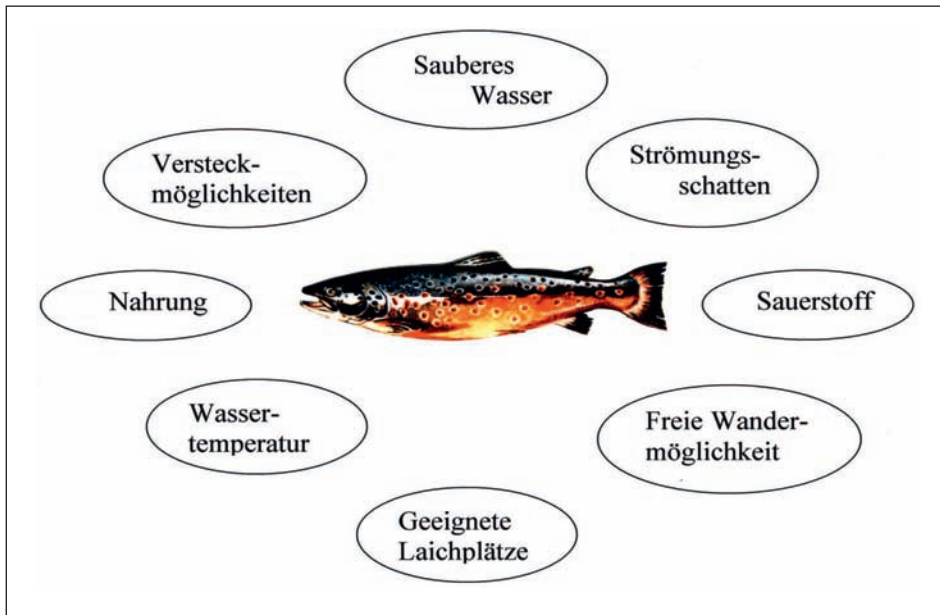


Abb. 1: Anforderungen der Forelle (*Salmo trutta*) an ihren Lebensraum (aus: Tent, 2006).

Eine möglichst flächendeckende Aufwertung der Gewässerstruktur auf ein mindestens mittleres Niveau kommt somit nicht nur den aufgewerteten Abschnitten selbst zugute. Sie erhöht gleichzeitig massgeblich die Erfolgchancen der kostenintensiven Revitalisierungsmassnahmen, die im revidierten Gewässerschutzgesetz gefordert werden.

Wie im Folgenden gezeigt wird, ist eine Aufwertung der Gewässer auf ein mittleres Niveau oft mit überraschend einfachen und kostengünstigen Bausteinen möglich. Um die Bausteine möglichst effizient einzusetzen, sollte zunächst überprüft werden, welche Faktoren limitierend auf eine Besiedlung wirken.

## 2 «Was braucht das liebe Vieh?»

Die Anforderungen an den Lebensraum Fliessgewässer variieren von Art zu Art. Die in Abbildung 1 vereinfacht dargestellten Anforderungen der Forelle (*Salmo trutta*) gelten jedoch dem Grundsatz nach auch für die meisten anderen Gewässerbewohner und dabei insbesondere für die Fische. Daher kommen die nachfolgend vorgestellten, aus den Ansprüchen der Forelle abgeleiteten Bausteine auch den meisten anderen Fischarten zugute.

### 2.1 Strömungsschatten/ Strömungsvielfalt

Gewässerorganismen stellen je nach Art und Lebensstadium unterschiedliche Ansprüche an die Fliessgeschwindigkeit.

keit. Eine grosse Strömungsdiversität mit kleinräumig wechselnden Fliessgeschwindigkeiten ist damit grundlegende Voraussetzung für eine vielfältige Besiedlung. Da die Strömung wesentliche Ursache für morphologische Veränderungen ist, geht eine grosse Strömungsvielfalt auch immer mit einer grossen Tiefenvarianz (Kolke, Flachwasserbereiche etc.) und Substratsortierungen einher. Damit werden weitere Anforderungen der Gewässerorganismen erfüllt (s. Abschnitte 2.5 und 2.6).

Strömungsvielfalt kann besonders kostengünstig durch Totholzeinbauten wie z.B. Wurzelstämme und Pfahlbuhnen (Linsin, 2006) erzeugt werden (Abb. 2). Pfahlbuhnen wirken zwar weniger natürlich als Wurzelstämme und sind weniger haltbar (ca. 5 statt mind. 10 Jahre). Aufgrund ihrer einfachen und kostengünstigen Konstruktion haben sie dennoch ein grosses Nutzen-Kosten-Verhältnis und bieten, wie auch Wurzelstämme, neben der Erhöhung der Strömungsvielfalt zahlreiche Versteckmöglichkeiten (s. Abschnitt 2.5). Eine dauerhafte und ebenfalls kostengünstige Möglichkeit zur Erhöhung der Strömungsvielfalt ist die Verwendung von Lenkbuhnen aus Blocksteinen (Abb. 3) oder Geröll und Kies. Wegen ihrer geringen Höhe werden Lenkbuhnen bereits bei Niedrigwasserabfluss überströmt (Sindelar & Mende, 2009) und haben keinen nennenswerten Einfluss auf den Hochwasserstand. Sie können daher auch bei beengten Platzverhältnissen (z.B. Ortslagen) zur Aufwertung von Fliessgewässern eingesetzt werden (Mende, 2012).



Abb. 2: Strömungs- und Strukturvielfalt im Umfeld eines Wurzelstamms (links) und einer Pfahlbuhne (rechts).





Abb. 3: Strömungsvielfalt im Umfeld von Lenkbuhnen (links); Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit durch Teilöffnung einer Schwelle in Kombination mit einer Schneckenbuhne (rechts; Fotos: Erich Linsin).

## 2.2 Freie Wandermöglichkeit

Das revidierte Gewässerschutzgesetz fordert auch die Wiederherstellung der Fischgängigkeit an allen kraftwerksbedingten Wanderhindernissen (Könitzer et al., 2012). Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur freien Fischwanderung in der Schweiz geleistet. Neben den meist aufwändig zu sanierenden kraftwerksbedingten Wanderhindernissen gibt es jedoch noch unzählige, häufig kleinere Wanderhindernisse, wie z.B. niedrige Schwellen ( $h < 25 \text{ cm}$ ). Eine kostengünstige Möglichkeit der fischgängigen Umgestaltung der Schwellen ist eine Teilöffnung in Kombination mit einer Schneckenbuhne, einer Sonderbauweise der Lenkbuhne (Mende, 2012). Durch die Schneckenbuhne wird der Fließweg verlängert und die

Fließgeschwindigkeit reduziert, so dass Fische die Schwelle passieren können. Zusätzlich wird die Strömungsvielfalt im Umfeld der Schwelle deutlich erhöht (Abb. 3, rechts).

## 2.3 Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Beschattung

Bei der Wiederherstellung naturnaher Wassertemperaturen kommt der Beschattung durch den standorttypischen Gehölzsaum oder Auenwald eine Schlüsselrolle zu. Die Entwicklung weitgehend durchgängiger Gehölzsäume selbst an den kleinsten Fließgewässern ist daher ein zentraler Baustein für eine effektive ökologische Aufwertung. Er kommt auch den breiten, nur teilweise beschatteten Talflüssen zugute, deren Wassertemperatur durch das, aus den

Ober- und Nebenläufen zufließende kühle Wasser, ebenfalls gesenkt wird.

Fehlt der Gehölzsaum dagegen, wird zusätzlich zum Anstieg der Wassertemperatur der Lichteintrag ins Gewässer maximiert. Es resultiert eine erhöhte Primärproduktion aus Algen und Wasserpflanzen. Lebensräume wie Kiesbänke werden zerstört, der Abbau der Biomasse kann zu einem Sauerstoffdefizit führen. Nicht zuletzt fordert der Pflanzenwuchs eine verstärkte Gewässerunterhaltung, die ebenfalls mit negativen Folgen für das Ökosystem Fließgewässer verbunden ist (Madsen & Tent, 2000).

## 2.4 Nahrung

Am Anfang der Nahrungskette eines Fließgewässers stehen vor allem die



Abb. 4: Wechselspiel von Licht und Schatten im Aschbach/Steiermark (links); Strömungsvielfalt und Versteckmöglichkeiten durch ufernahe Erlen an der Bibera/Kt. FR (rechts).





Abb. 5: Einfache «Stöckchenbühne» als Fängerstruktur für Geschwemmsel wie z.B. Laub (Fotos: Ludwig Tent).

Laubeinträge aus dem angrenzenden Gehölzsaum bzw. Auenwald. Damit das Laub von den Gewässerorganismen (z.B. Bachflohkrebs) als Nahrungsquelle genutzt werden kann, muss es ausreichend lange im Gewässer zurückgehalten werden. In unseren ausgebauten Fließgewässern ist das jedoch häufig nicht mehr der Fall.

Einfache Bausteine für einen verbesserten Rückhalt sind Fängerstrukturen aus kleineren Ästen (Abb. 5). Sie können leicht in Handarbeit und quasi kostenlos erstellt werden. Sie sind vor allem für kleinere Gewässer mit geringem bis mässigem Strömungsangriff geeignet. Bei grösseren Gewässern erfüllen Pfahlbuhnen (Abb. 2, links), Wurzelstämme (Abb. 2, rechts), Raubäume, angehängte Bäume (wie z.B. an Emme und Thur) und auch der Gehölzsaum eine ähnliche Funktion.

## 2.5 Versteckmöglichkeiten

Gewässerorganismen unterliegen der ständigen Gefahr, gefressen zu werden. Sie sind daher auf Versteckmöglichkeiten, das sprichwörtliche «Dach über dem Kopf», angewiesen. Dieses «Dach» kann u.a. durch Totholz (Abb. 2), durch das Wurzelgeflecht von Weiden und Erlen (Abb. 4, rechts), durch überhängende Äste (Abb. 4, links), aber auch durch Weisswasser, wie es an Lenkbuhnen entsteht (Abb. 3), gebildet werden. Die vorgestellten Bausteine bieten folglich auch ein verbessertes Angebot an Versteckmöglichkeiten.

## 2.6 Geeignete Laichplätze

Übergeordnete Voraussetzung für geeignete Laichplätze ist ein intakter Geschiebehauhalt, wie ihn auch das revidierte Gewässerschutzgesetz fordert (Schälchli & Kirchofer, 2012). Neben dem intakten Geschiebehauhalt müssen jedoch noch weitere Voraussetzungen für geeignete Laichplätze erfüllt sein. So muss z.B. das lokale Sohlenmaterial die passende Körnung aufweisen und das Kieslückensystem gut durchströmt sein. Strömungsberuhigte Bereiche (z.B. Kolke) und Versteckmöglichkeiten in der Nähe des Laichplatzes sind häufige Ansprüche von Fischen an ihren Laichplatz. Durch die Verwendung der in Abschnitt 2.1 vorgestellten Bauweisen (z.B. Lenkbuhnen, Wurzelstämme), deren Umfeld durch eine grosse Strömungs- und Strukturvielfalt gekennzeichnet ist, können diese Ansprüche mit einfachen Mitteln erfüllt und kann die Zahl geeigneter Laichplätze nennenswert erhöht werden.

## 2.7 Sauberes Wasser

Die Gewässergüte konnte in den letzten Jahrzehnten durch grosse Investitionen im Bereich der Abwasserreinigung stark verbessert werden. Die heutigen Schad- und Nährstoffeinträge (inkl. Feinsedimenteinträgen) stammen primär aus der Landwirtschaft. Der im Gewässerschutzgesetz geforderten Ausweisung des Gewässerraums, in dem höchstens extensiv gewirtschaftet werden darf, kommt daher für die weitere Verringerung der Einträge eine zentrale Bedeutung zu.

Neben der Verringerung der Einträge sollte auch das Selbstreinigungsvermögen der Fließgewässer gezielt gefördert werden. Wesentliche Faktoren für ein hohes Selbstreinigungsvermögen sind:

- ein ausreichender Sauerstoffgehalt, der wiederum von der Wassertemperatur abhängt,
- ein gut durchströmtes Kies-Lücken-System, wo ein Grossteil der Stoffwechselforgänge im Fließgewässer stattfindet und
- eine hohe Turbulenz, die einen häufigen Kontakt der abzubauenen Stoffe mit den Biofilmen auf Steinen (inkl. Kies) und Wurzeln ermöglicht und damit den Abbau beschleunigt (Madsen & Tent, 2000).

Diese Faktoren werden durch die Verwendung der vorgestellten Bausteine begünstigt, sie tragen somit auch zu einer Verbesserung der Wasserqualität bei.

## 2.8 Naturnahes Abflussregime

Ergänzend zu Abbildung 1 sei noch auf die Wichtigkeit eines naturnahen Abflussregimes hingewiesen. Hiermit sind insbesondere auf die Bedürfnisse der Gewässerorganismen angepasste Restwasserregimes und nur geringfügig schwankende Pegelstände durch Schwall-Sunk gemeint. Ein solches Abflussregime kann selbstverständlich nicht durch kostengünstige Bausteine erzielt werden. Wesentliche Verbesserungen sind jedoch auch in diesem Bereich durch das revidierte Gewässerschutzgesetz zu erwarten.



## 3 Schlussbetrachtung

Die vorgestellten Bausteine zeigen, dass Fließgewässer häufig mit einfachen Mitteln deutlich aufgewertet werden können. Die Bausteine können zwar einen ausreichenden Gewässerentwicklungsräum, der insbesondere weitreichende eigendynamische Prozesse (z.B. Laufverlagerungen, Auedynamik) ermöglicht und Schadstoffeinträge aus dem Gewässerumfeld reduziert, nicht ersetzen. Wie die Erläuterungen jedoch zeigen, bieten sie die Möglichkeit, auch mit bescheidenen finanziellen Mitteln bereits kurz- bis mittelfristig bedeutende ökologische Verbesserungen auf weiten Strecken unserer Fließgewässer zu erzielen. Diese kommen nicht zuletzt auch den kostenintensiven Revitalisierungsmaßnahmen zugute, die durch das revidierte Gewässerschutzgesetz gefordert werden.

## Literatur

Alp M., Karpati T., Werth S., Gostner W., Scheidegger C., Peter A. (2011): Erhaltung und Förderung der Biodiversität von Fließgewässern. Wasser Energie Luft, Jg. 103, Nr. 3, 216–223.

Breyer P.M. (2012): Skalenabhängiger Einfluss der Gewässerstrukturgüte auf die ökologische Qualität des Makrozoobenthos. Masterarbeit an der Universität Koblenz-Landau.

Göggel W. (2012): Revitalisierung Fließgewässer. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturie-

rung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1208: 42 S.

Könitzer C., Zaugg C., Wagner T., Pedrol J.C., Mathys L. (2012): Wiederherstellung der Fischwanderung. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1209: 54 S.

Linsin E. (2006): Innovative Bauweisen zur Stabilisierung und Strukturierung von Fließgewässern. Beitrag zum gemeinsamen Institutskolloquium der TU Braunschweig und HS Magdeburg-Stendal (FH) am 16. November 2006 «Kostengünstige Bausteine zur Umsetzung der EU-WRRRL», 19–21.

Madsen B.L., Tent L. (2000): Lebendige Bäche und Flüsse – Praxistipps zur Gewässerunterhaltung und Revitalisierung von Tieflandgewässern. – Hrsg.: Edmund Siemers-Stiftung, ISBN 3-89811-546-1.

Mende M. (2012): Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz. Korrespondenz Wasserwirtschaft, Jg. 5, Nr. 10, 537–543.

Schälchli U., Kirchhofer A. (2012): Sanierung Geschiebehauhalt. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1226: 74 S.

Sindelar C., Mende M. (2009): Lenkbühnen zur Strukturierung und Stabilisierung von Fließgewässern. Wasserwirtschaft Nr. 1–2, 70–75.

Tent L. (2005): Massnahmen zur Verbesserung der Sohlstrukturen und zur Verringerung unnatürlicher Sandfrachten an der Este. – in: NNA (Hrsg.): Fließgewässerschutz und Auenentwicklung im Zeichen der Wasserrahmenrichtlinie – Kommunikation, Planung, fachliche Konzepte. – NNA-Berichte 18/1: 143–152. ISSN 0935-1450.

Tent L. (2006): Ocker – ein Gewässerproblem, gegen das wir einiges tun können. – Hrsg.: Edmund Siemers-Stiftung, Hamburg, 21 S. – ISBN 3-932681-46-0.

## Kontaktadresse:

Matthias Mende  
IUB Engineering AG  
Belpstrasse 48  
Postfach  
3000 Bern 14  
Tel.: 031 357 12 24  
Fax: 031 357 11 12  
E-Mail: matthias.mende@iub-ag.ch  
www.iub-ag.ch

**GRAF** Regenwassernutzung – Versickerung – Rückhaltung

**NEU**

**GRAF EcoBloc**  
Die dritte Generation  
der GRAF Füllkörperrigole

**25 Jahre Garantie**  
**Flachtank Platin**  
GRAF System Pakete:  
Garten / Haus & Garten

**26 Jahre Erfahrung**

**GREEN-CARD GARDEN**

Green-Card Garden GmbH  
Alte Tannerstr. 22  
8632 Tann  
Tel. 055 251 20 03  
[www.regenwassernutzen.ch](http://www.regenwassernutzen.ch)



# Problematik des Schwall-Sunk-Betriebs am französisch-schweizerischen Doubs

Laurent Giroud, Samuel Gründler

## Zusammenfassung

Der französisch-schweizerische Doubs ist nicht nur ein symbolischer Grenzfluss zwischen den beiden Ländern, sondern gilt aufgrund seiner reichen Biodiversität auch als beispielhafter Wasserlauf. Bekannten Wissenschaftlern dient der Fluss ebenso als Referenz, wie er auf europäischer, wenn nicht gar internationaler Ebene eine Perle der Fischerei ist.

## Keywords

Doubs, Fischerei, Abflussregime

## Problématique de l'exploitation par éclusées sur le Doubs franco-suisse

### Résumé

Le Doubs franco-suisse est non seulement un cours d'eau frontalier symbolique entre les deux pays, mais constitue également un cours d'eau exemplaire de par sa riche biodiversité. La rivière sert aussi de référence en matière de pêche pour des scientifiques reconnus, au niveau européen voire même au niveau international.

### Mots-clés

Doubs, pêche, régime d'écoulement

## Il problema della centrale con flusso discontinuo sul franco-romando Doubs

### Riassunto

Il franco-romando Doubs non è solamente un fiume-simbolo di confine tra i due paesi, ma per la sua ricca biodiversità è considerato come un corso d'acqua esemplare. Per dei noti scienziati il fiume rappresenta anche un punto di riferimento per la pesca, a livello europeo se non addirittura internazionale.

## Parole chiave

Doubs, pesca, regime di flusso

Leider verschlechtert sich der ökologische Zustand des Doubs zusehends. Grund dafür sind namentlich zwei Faktoren:

- Ein Abflussregime, welches in krassem Missverhältnis zur natürlichen Hydrologie steht und den wesentlichen Bedürfnissen der Wasserfauna überhaupt keine Rechnung trägt, da es sich schwerpunktmässig auf die wirtschaftliche Rentabilität der einzelnen Wasserkraftwerke ausrichtet. Zur Produktion von Hochtarifstrom wird die maximal mögliche Ausbauwassermenge turbinert, was einen rasanten Wasserpegelanstieg des Doubs verursacht. Werden die Turbinen zurückgefahren oder ganz abgestellt (Wochenende), sinkt der Pegel rasant. Kiesbänke fallen trocken und Fische und Wasserinvertebraten verenden zu Tausenden in zurückbleibenden, später trockenfallenden Wasserpfützen.
- In geringerem Ausmass auch die Wasserbelastung durch chemische und organische Belastungen aus Siedlungen, Gewerbe und Landwirtschaft (Mikroverunreinigungen, unzureichende Reinigungsstufen der ARAs, Düngemittel und Pestizide).

Die Situation des französisch-schweizerischen Doubs ist umso komplizierter, als sein Abflussregime von nicht weniger als drei Wasserkraftwerken gesteuert wird, mit unterschiedlichen Betreibern:

- Wasserkraftwerk Le Châtelot, Kapazität 44 m<sup>3</sup>/s: 50% EDF, 30% Groupe-E, 8,5% Kanton Neuenburg, verwaltet von der Groupe-E), 11,5% Forces Électriques de la Goule.

- Wasserkraftwerk Refrain, Kapazität 23 m<sup>3</sup>/s: 100% EDF.
- Wasserkraftwerk La Goule, Kapazität 21 m<sup>3</sup>/s: 100% Forces Électriques de la Goule.

Die Stauanlage von Le Châtelot beeinflusst die Produktion der anderen beiden Kraftwerke aufgrund ihrer Lage flussaufwärts und ihrer Ausbaupazität von 44 m<sup>3</sup>/s stark. Mit einer besseren Abstimmung der drei Kraftwerke aufeinander und einem günstigen Abflussregime könnte das Wasser dreimal turbinert werden, was die hydroelektrische Produktion am Grenzfluss optimieren würde.

Es scheint, dass es bis 2012 keinerlei Koordination zwischen den Kraftwerken gab, was zur Folge hatte, dass regelmässig Wasser ungenutzt über die Wehre der flussabwärts gelegenen Kraftwerke abfloss. Dies wiederum führte jeweils zu brüskten Wasserstandschwankungen, mit extrem negativen Folgen für die gesamte Gewässerökologie und einem beträchtlichen Verlust an produzierter Wasserkraft.

Unter dem Druck von Fischerei- und Naturschutzverbänden leiteten die Betreiber einige freiwillige Massnahmen ein:

- 1998: Maïche-Abkommen betreffend Dämpfung der Abflussspitzen und anschliessendes Abschalten der Turbinen.
- 2003: Rahmenabkommen zur Erhöhung der Restwassermengen unterhalb der Wasserkraftwerke.
- 2008: Auf Antrag des Steuerungsausschusses des Rahmenabkommens wurde ein Expertenbericht über die Folgen des Schwall-Sunk-Betriebs erstellt. Der Courret-Larinier-Bericht skizzierte konkrete ökologische und wirtschaftlich durchführbare Verbesserungsmassnahmen.



**Gravierende negative Auswirkungen für die Gewässerfauna:**



Beispiel der täglich variierenden Durchflussmenge bei Goumois, April 2012 (ohne Demodulation und mit Wehrüberfall Refrain).



Tägliches Trockenfallen der Flachwasser- und anderen Zonen mit ihrer reichen Biodiversität.



Sterben der Fischbrut, von kleinen Fischarten und Wasserwirbellosen, die wegen der extrem schnellen Abflussschwankungen am Ufer hängen bleiben.

- 2012: Freiwillige Massnahme der Betreiber von Le Châtelot: bei Abflussmengen unter  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  aus dem Lac des Brenets wird der turbinierte Abfluss auf  $22 \text{ m}^3/\text{s}$  beschränkt.
- 2011 und 2012 wurden drei Studien durchgeführt, um die Dämpfungskapazitäten für den Sunk-Schwall-Betrieb des Kraftwerkes Le Châtelot über den Stauraum des Kraftwerkes Refrain zu ermitteln. Daraus folgte, dass das Kraftwerk Refrain in seiner aktuellen Betriebsweise Schwallwellen von 4 Stunden bei vollem Betrieb des Kraftwerkes Le Châtelot auffangen kann.





Trockenfallende Kieslaichplätze führen zu einem Totalverlust des abgelegten Fischlaichs.

### Folgende drei Massnahmen sind prioritär umzusetzen:

- Verminderung des extremen Schwall-Sunk-Betriebs entsprechend dem natürlichen Zufluss und/oder den saisonalen Abflussmengen.
- Demodulation des Schwall-Sunk-Betriebs des Kraftwerks Châtelot über das Kraftwerk Refrain.
- Anpassung der Dämpfung an unterschiedliche Erfordernisse (Schwallbetrieb, Anhalten der Turbinen am Wochenende, Überlauf).

### Sunkphase/Restwasser

(Quelle: Bericht Courret-Larnier)

Die Restwassermenge ist heute unzureichend und führt regelmässig zu einem Austrocknen der Laichplätze und einem Trockenfallen der für die Fischbrut wichtigen Flachwasserzonen, insbesondere nach einem plötzlichen Stop der Turbine gefolgt von einem raschen Absinken des Wasserpegels. Die minimale Abflussmenge liegt zudem in der Reproduktionszeit der Fische, insbesondere der Salmoniden, und ist ungenügend. Heute beträgt die Restwassermenge im Kraftwerk Le Châtelot 2 m<sup>3</sup>/s und im Kraftwerk Refrain 4,8 m<sup>3</sup>/s.

Trockenfallende Kieslaichplätze führen zu einem Totalverlust des abgelegten Fischlaichs.

### Es werden folgende Mindestrestwassermengen gefordert:

- Flussabwärts des Kraftwerk Le Châtelot: 3,84 m<sup>3</sup>/s von Dezember bis Mai und 2 m<sup>3</sup>/s von Juni bis November.
- Flussabwärts Kraftwerke Refrain und La Goule: 8,16 m<sup>3</sup>/s von Dezember bis Mai und 6,12 m<sup>3</sup>/s von Juni bis November.

### Schwallphase

(Quelle: Bericht Courret-Larinier)

Die turbinierete Wassermenge und damit die Schwallspitze des Kraftwerks Le Châtelot sollte dem natürlichen Abfluss ausgangs des Lac des Brenets angepasst werden, das heisst:

- Turbinierete Abflussmenge tiefer als 30 m<sup>3</sup>/s, wenn der natürliche Abfluss des Lac des Brenets geringer als 20 m<sup>3</sup>/s ist.
- Abflussmenge zwischen 15 m<sup>3</sup>/s und 45 m<sup>3</sup>/s, wenn der natürliche Abfluss des Lac des Brenets grösser als 20 m<sup>3</sup>/s ist.

Ist eine Schwalldämpfung am französisch-schweizerischen Grenzfluss nicht möglich, sind nur wenige Massnahmen anwendbar: ausreichende, ökologisch vertretbare Restwassermengen, Reduktion der extremen Abflussspitzen sowie eine langsame, kontinuierliche Wasserpegelabsenkung bei Turbinenstillstand. Eine sofortige Einleitung dieser Mass-

nahmen würde es ermöglichen, viele Laichplätze zu erhalten sowie Tausende von jungen Fischen zu retten, die heute regelmässig stranden und sterben. Auf Dauer sind solche extremen Abflussregimes für kein Ökosystem tragbar.

### Demodulation (Dämpfung)

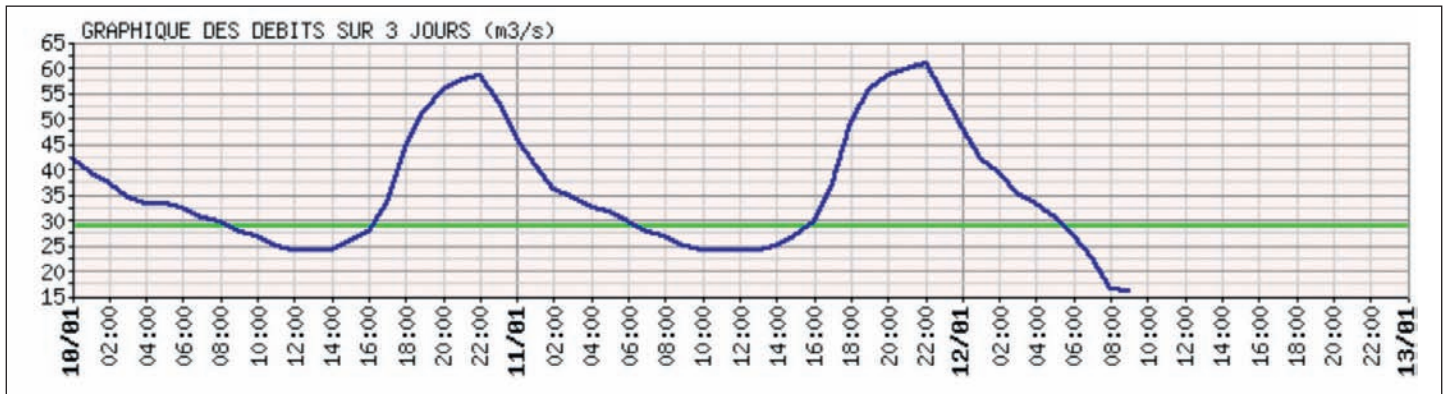
Eine der letzten vom BFE am 18. Dezember 2012 angekündigten Massnahmen ist folgende:

Solange der natürliche Abfluss des Doubs ausgangs des Lac des Brenets unter 6 m<sup>3</sup>/s liegt, verpflichtet sich das Kraftwerk Le Châtelot, einen Schwallbetrieb von höchstens 4 Stunden bei voller Last (44 m<sup>3</sup>/s) durchzuführen. Das Kraftwerk Refrain muss zuerst abgesenkt werden, damit es den Schwall vollständig aufnehmen und damit das Überlaufen des Stauraums verhindern kann. Während die Abflussmenge unterhalb von Le Châtelot zwischen 2 und 46 m<sup>3</sup>/s variieren kann, soll sie flussabwärts von Refrain nicht über 20 m<sup>3</sup>/s liegen: Der Schwall ist gedämpft. Die Kraftwerke Refrain und La Goule müssen ein Zurückfahren der Turbinen mit Stabilisierungsphasen auffangen, um ein schrittweises Absenken des Flusspegelstandes zu ermöglichen.

Diese Massnahme ist aus mehreren Gründen unzureichend:

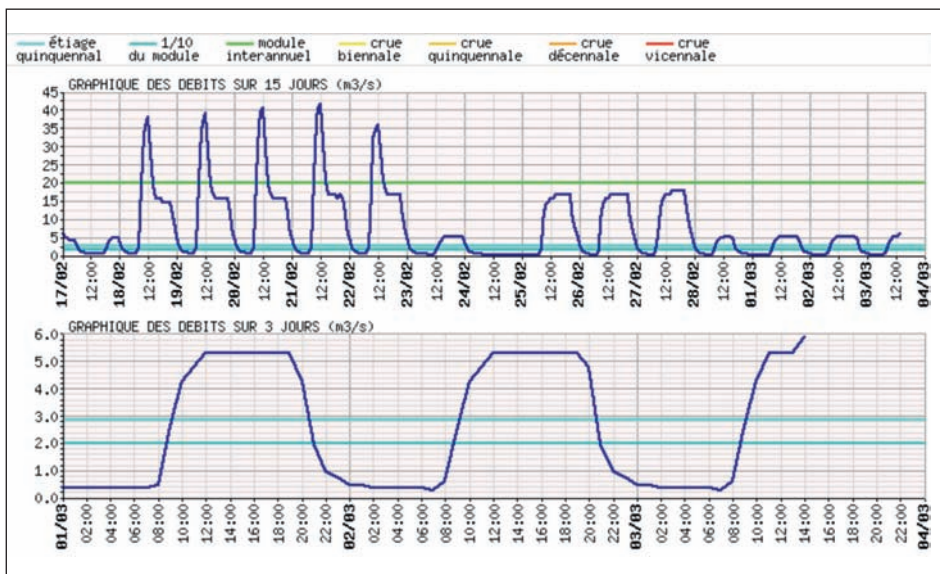
1. Eine Dämpfung des Schwalls ist nur bei einem Abfluss bis 6 m<sup>3</sup>/s vorgesehen, während theoretisch bis





Kurve der Durchflussmenge in Goumois am 12. Januar 2013: grosses Sterben von Fischen und Bodentieren.

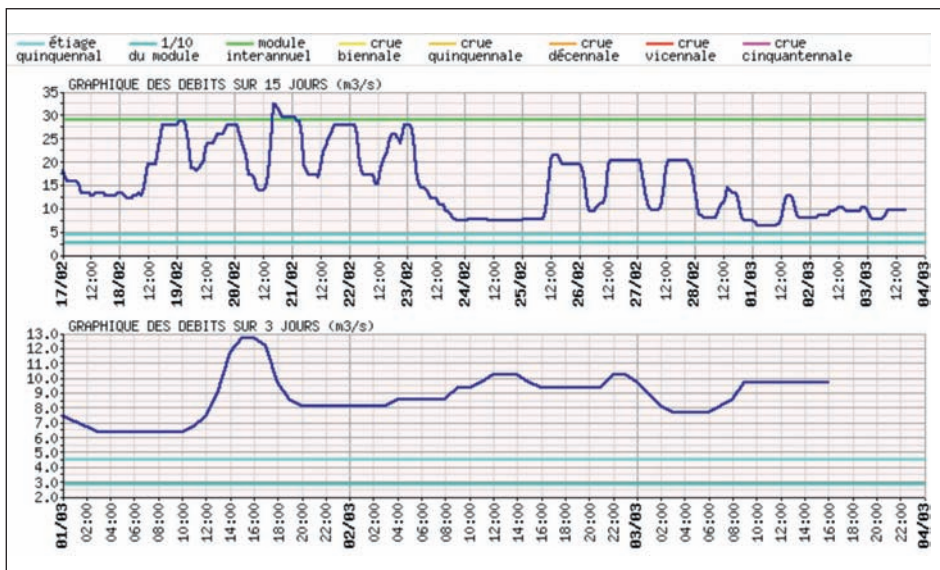
## Grafik der Durchflussmengen in La Rasse (Periode vom 17.02. bis 03.03.2013)



### Wichtige Anmerkung:

Die in der Station La Rasse gemessenen Durchflussmengen liegen ungefähr 5 m<sup>3</sup>/s unter den tatsächlichen Werten des Gebietes. Diese Abweichung wurde der DREAL mitgeteilt.

## Grafik der Durchflussmengen in Goumois (Periode vom 17.02. bis 03.03.2013)



15 m<sup>3</sup>/s möglich wären. Es gäbe eigentlich keinen Hinderungsgrund für das Kraftwerk Le Châtelot, nach dem Schwall von 4 Stunden bei 44 m<sup>3</sup>/s während 12 Stunden bei 22 m<sup>3</sup>/s zu turbinieren. Der dritte Demodulationsversuch wurde mit einer Abflussmenge des Lac des Brenets von 11,6 m<sup>3</sup>/s durchgeführt!

2. Die Anpassung der maximalen Abflussspitzen des Kraftwerks Le Châtelot entsprechend der Abflussmenge im Lac des Brenets ist nicht vorgesehen (siehe «Schwallbetrieb»).
3. Es ist keine Massnahme vorgesehen, um für das Wochenende eine ausreichende Restwassermenge zu gewährleisten.
4. Es ist keine Massnahme vorgesehen, wie die turbinierete Abflussmenge vor dem Abschalten der Turbinen kontinuierlich reduziert werden kann.

Dass diese Massnahmen ungenügend sind, hat sich seit ihrer Lancierung im Dezember 2012 gezeigt. Im Januar 2013 und trotz einer Abflussmenge von weniger als 10 m<sup>3</sup>/s kam es während acht bis zehn Stunden zu einem kontinuierlichen Schwallbetrieb (44 m<sup>3</sup>/s). Die Stauräume flussabwärts des Kraftwerks Le Châtelot überliefen in der Folge und es ging eine nicht unbedeutende Menge Strom verloren!

### Senkung der Turbinenlast

Die zweite Massnahme, die bereits 2012 zur Anwendung kam, betrifft die Reduktion der Geschwindigkeit des Übergangs zwischen Schwall und Sunk mittels «schrittweisen» Anhaltens der Turbinen des Kraftwerks Le Châtelot



bzw. Anhaltens «in mehreren Schritten» im Kraftwerk Refrain (Medienmitteilung des BFE vom 13. August 2012).

Nach einer Phase des Hochwassers und vor allem am Samstagmorgen nach einem ungenügenden schrittweisen Zurückfahren der Turbinen des Kraftwerks Refrain wurde flussabwärts ein grosses Sterben von Fischen und Wasserkleinlebewesen festgestellt. Die Reduktion der Durchflussmengen war so brüsk, dass das Stranden von mehreren tausend Fischen am 12. Januar 2012 live gefilmt werden konnte (Kanal Alpha+, Reportage vom 29. Januar 2013). Meistens passiert dies jedoch ohne dass es die Öffentlichkeit erfährt.

Angesichts dieses wiederholten katastrophalen Sterbens verlangten der Präfekt des Departementes Doubs und das BFE zusätzliche Massnahmen. Der Erfolg stellte sich sofort ein: Die Dämpfung der Wasserstandsschwankungen wurde verstärkt und das Sterben hörte auf (siehe Grafiken der Durchflussmengen von La Rasse und Goumois).

### **Einzigartige Artenvielfalt fordert schnelles Handeln**

Das Ökosystem Doubs ist einzigartig und verletzlich. Bestes Beispiel dafür ist der «Roi du Doubs» (*Zingel asper*), eine ganz besonderer Verwandter der Barschartigen, welcher in der Schweiz nur im Doubs zu finden ist. Bei der letzten Bestandsaufnahme wurden denn auch nur noch 52 Exemplare gefunden und die Fischart steht unmittelbar vor dem Aussterben. Der kaum handlange Kleinfisch benötigt saubere kiesige Partien und vor allem strömungsarme Flachwasserbereiche für die Larvenentwicklung. Er reagiert deshalb besonders sensibel auf den extremen Sunk-Schwall-Betrieb im Doubs, was die Fortpflanzung und damit den Fortbestand dieser Fischart stark in Frage stellt. Soll das Aussterben dieser Art verhindert werden, ist rasches Handeln zwingend, es ist bereits eins vor zwölf.

Sämtliche regionalen und nationalen Umwelt- und Fischereiverbände der Schweiz und Frankreichs machen seit Jahren auf die ökologische Schieflage

im Doubs aufmerksam. Im Jahr 2011 wurde in Goumois mit einer grenzübergreifenden Demonstration der Bevölkerung eine deutliche Verbesserung am Doubs gefordert. Auch der Schweizerische Fischerei-Verband engagiert sich seit Jahren für den Doubs, auch auf politischer Ebene. Mit der Wahl des «Roi du Doubs» zum Fisch des Jahres 2013 hat er ein Zeichen gesetzt, dass er das Aussterben dieser Fischart mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln zu verhindern versucht.

#### **Text:**

Laurent Giroud (Schweizerischer Fischerei-Verband)  
Samuel Gründler (Schweizerischer Fischerei-Verband)

#### **Fotos:**

Patrice Malavaux



Otto  
Hauenstein  
Samen AG



**Die Rasenberater –  
Fachwissen vor Ort**



**Begrünungen  
für alle Fälle!**

Bahnhofstrasse 92  
Postfach 138  
8197 Rafz  
Tel. 044 879 17 19  
Fax 044 879 17 30

info@hauenstein.ch  
www.hauenstein.ch



# Jura : concilier nature et génie

Lucienne Merguin Rossé

## Résumé

Pour protéger ou renaturer un cours d'eau tout en préservant ou recréant une dynamique naturelle, il faut de la volonté politique. Pour aborder la complexité d'un écosystème aquatique sans vouloir tout maîtriser, il faut des compétences. Pour intégrer les intérêts nature et paysage, il faut de l'amour et du respect.

## Mots-clés

Ecosystème aquatique, Pro Natura, renaturer

## Jura: Natur und Ingenieurwesen in Einklang bringen

### Zusammenfassung

*Um ein Gewässer zu schützen oder zu renaturieren, um seine natürliche Dynamik zu erhalten und wiederherzustellen, braucht es politischen Willen. Um die Komplexität eines Wasserökosystems anzufassen, ohne alles beherrschen zu wollen, braucht man Kompetenzen. Um die Interessen der Natur und der Landschaft zu integrieren, sind Liebe und Respekt notwendig.*

### Keywords

Wasserökosystem, Pro Natura, Renaturierung

## Canton Giura: conciliare natura e ingegneria

### Riassunto

*Per proteggere o riportare al suo stato naturale un corso d'acqua, mantenendo o ricreando una dinamica naturale, ci vuole volontà politica. Per affrontare la complessità di un ecosistema acquatico senza voler tutto controllare, ci vogliono le competenze. Per integrare gli interessi di natura e paesaggio, ci vogliono amore e rispetto.*

### Parole chiave

Ecosistema acquatico, Pro Natura, rinaturazione

En 1998, Pro Natura lance sa campagne RésEau. Ce sont des pionniers du génie biologique dans le canton du Jura qui sont mandatés pour réaliser l'ouvrage « Davantage d'espace pour nos cours d'eau pour l'homme et la nature ». Cette vision nouvelle de la gestion des cours d'eau, cette approche novatrice des écosystèmes aquatiques, va être suivie de projets concrets en Suisse. Via des projets A16 dans le Jura, des petits cours d'eau profiteront d'un plus grand espace pour la biodiversité aquatique. Mais paradoxe : en 2011 c'est dans le canton du Jura que s'élève un cri d'alarme sur l'état de santé dégradé du plus beau cours d'eau

d'Europe, le Doubs. De pionnier à péril que s'est-il passé ?

## Une législation surannée, une gestion fragmentée

Les textes législatifs cantonaux sont repris du droit bernois (1857). En 2006 pourtant, le Jura s'annonce réaliste et novateur, en reconnaissant qu'il doit absolument réviser sa législation dans le domaine de l'eau. C'est sans compter sur un refus populaire en 2009 d'une Loi cadre cantonale. Un référendum défendu par des communes et les milieux agricoles fait reculer la situation jurassienne en matière de cours d'eau de quelques décennies. Chaque commune tient à ses compétences, ce qui a pour effet d'empêcher une approche globale de la gestion du cours d'eau, par bassin versant. Les constructions dans des zones inondables sont courantes, provoquant par la suite de grands travaux de protection contre les crues. De même, les pressions extrêmes de l'agriculture, sur les cordons rivulaires notamment, font de nos cours d'eau jurassiens des écosystèmes qui ne trouvent toujours pas la place qu'ils méritent au niveau nature et paysage. Evoquons encore les pollutions récurrentes industrielles, agricoles et domestiques qui détériorent irréversiblement la santé de nos cours d'eau.

Ce manque de volonté politique pour une gestion mieux coordonnée entre



Photo 1 : Trop fortes pressions agricoles sur les berges du Doubs.



Photo 2 : Exemple de berge boisée offrant de nombreux habitats.





Photo 3 : Centre professionnel Delémont. La suppression de l'enrochement et du cordon rivulaire en rive droite.



Photo 4 : La nature constitue d'elle-même des beautés remarquables. Vue sur les étangs des Coedures à Dampheux.

communes et canton est un grand obstacle dans ce domaine.

### La valeur sécuritaire au détriment de la nature et du respect du cours d'eau

Si les pionniers du génie biologique ont osé des aménagements intéressants, aujourd'hui il nous semble qu'une nouvelle génération d'ingénieurs en génie civil prend en mains les cours d'eau. Les projets émanent en priorité de la nécessaire protection contre les crues. La lucarne d'approche pour un projet cours d'eau semble être la maîtrise technique de la dynamique naturelle, alors que pour les ingénieurs en génie biologique, il s'agit de travailler en harmonie avec le cours d'eau et de le respecter dans toutes ses composantes naturelles. Si les projets améliorent les écoulements hydrauliques, nécessaires à une prévention contre les crues, il est rare dans le Jura que le cours d'eau trouve un espace dans son lit majeur intégrant des berges boisées attrayantes pour les oiseaux et de grands systèmes racinaires apportant nourriture et protection aux poissons et aux écrevisses. Sur la Sorne à Delémont, la logique de protection contre les crues a aussi dynamisé un projet nommé « Marée basse ». Si le secteur En Dozière a permis l'extension de plusieurs zones humides et un désenrochement conséquent des berges, ces dernières ont été fortement touchées par la disparition d'un cordon boisé parsemé de vieux saules et de zones de tranquillité. Un bon nombre d'espèces d'oiseaux, surtout les cavernicoles, ont perdu leur habitat pour des décennies.

Un projet de centrale hydroélectrique est en cours sur ce site, provoquant des perturbations en amont, par le ralentissement des eaux et leur réchauffement inévitable. Plus en aval, un projet d'écoquartier prévoit également la refonte complète des berges.

Comment compenser toutes ces pertes d'habitats écologiques ? En recréant et renforçant bien avant les travaux des secteurs annexes non touchés. C'est d'anticipation dont il est question, afin que les espèces que l'on dérange retrouvent d'autres lieux. Sans une nécessaire volonté de recréation d'habitats, on favorise un nombre restreint de nouvelles espèces tout en détruisant les sites d'autres espèces. Au final, la biodiversité est perdante et nous restons dans cet infernal cercle de la diminution effrénée des espèces animales et végétales.

Dans tous ces projets, de mon point de vue, il manque une approche systémique d'un espace naturel pour le maintien de la biodiversité. Se demander comment reconstituer un état le plus naturel possible, comment rendre des zones accessibles au public, tout en laissant de la place pour des niches écologiques soustraites aux dérangements humains. C'est aborder le cours d'eau par ses caractéristiques les plus créatives et avec connaissance et respect. C'est aussi reconnaître que l'homme a une responsabilité envers la nature et qu'il a pour tâche de laisser un espace naturel aux autres espèces.

### Une prise de conscience

Les problèmes du Doubs, relayés largement, feront avancer les mentalités dans le canton du Jura. L'heure est à la prise de conscience qu'un cours d'eau est un bien commun et qu'il n'y a pas que les intérêts de la pêche à défendre mais aussi les espèces qui ne sont pas « utilisables » pour l'homme. Un partenariat avec les associations de protection de la nature est nécessaire. La confrontation des valeurs et des idées provoquera des modifications.

Il restera toujours des zones de divergences, comme le projet de passe à poissons pour l'apron à Saint-Ursanne, entre une vision technique (béton) dans une zone alluviale d'importance nationale et une vision plus naturelle (ruisseau de contournement). Des dossiers lourds à digérer, comme celui des marais de Dampheux, resteront en mémoire. Depuis 15 ans, une lutte difficile est menée par une fondation, regroupant des associations de protection de la nature, contre une forte pression agricole et une décision incompréhensible du service cantonal de l'environnement qui impose encore aujourd'hui un chemin bétonné dans la zone-tampon des marais.

Certains projets et acteurs ont montré un chemin. Les changements de paradigmes ne se réaliseront que par des changements de mentalité politique, de réelle volonté et de nouvelles compétences au sein de l'administration.

Pro Natura Jura, sa chargée d'affaires Lucienne Merguin Rossé, biologiste, éthicienne



ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Andrea Grimmer  
Sekretariat Verein für Ingenieurbiologie  
Grüntal, Postfach  
8820 Wädenswil  
Tel 058 / 934 55 31  
E-Mail sekretariat@ingenieurbiologie.ch

---

## Antrag für Mitgliedschaft

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Beruf/Funktion \_\_\_\_\_

Adresse privat \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Adresse Geschäft \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Mitgliederbeiträge pro Jahr (Stand 2013)

- Einzelpersonen
- Studierende (gegen Ausweis)
- Juristische Personen

CHF 100.-

CHF 60.-

CHF 200.-



## REMERCIEMENTS

Même si, cette année, le Prix Suisse des cours d'eau 2013 est décerné à une personne pour l' « œuvre d'une vie » consacrée au bon état des cours d'eau, il n'est plus possible aujourd'hui, et même hier déjà, d'imaginer travailler seul.

Tout au long d'une carrière, on rencontre des gens, parfois amis, parfois « adversaires » ou concurrents, mais tous vous font avancer et vous stimulent, pour autant que vous soyez motivé et convaincu de vos idées.

C'est pourquoi, je tiens à remercier tous ceux que j'ai côtoyés depuis 1977, année des premières analyses de racines sur le Doubs : parents, « profs » de biologie, amis naturalistes, épouse, administrations communales, cantonales du canton du Jura et d'autres cantons, fédérales et d'autres pays, ONG, partenaires des projets, entreprises, tous ont contribué au succès.

Mais il est certain que la réussite ne peut exister sans une équipe formidable,

dont vous pouvez apprécier la qualité dans ce bulletin. Aussi, ce Prix Suisse des cours d'eau 2013, ce n'est pas un lauréat qui le mérite mais toute une équipe, **l'équipe Biotec** : *Danielle Lachat, Philippe Adam, François Gerber, Frédéric Montefusco, Gilles Bütikofer, Frédéric Friche, Valérie Queloz*, sans oublier d'anciens collaborateurs qui ont contribué à la réputation de Biotec.

Un tout grand merci également à la direction du Prix Suisse des cours d'eau :  
 – Association suisse pour le génie biologique  
 – Pro Natura  
 – Association suisse des professionnels de la protection des eaux  
 – Association suisse pour l'aménagement des eaux  
 pour cette précieuse distinction qui saura nous motiver encore plus.

Bernard LACHAT

## Kleine Stillgewässer – grosse Wirkung

«Wasserland Schweiz» wirbt der Schweizer Tourismus. Grosse Seen, imposante Wasserfälle, mystische Bergseen. Gleichzeitig zeigen die Roten Listen des Bundes, dass die ans Wasser gebundenen Tier- und Pflanzenarten stärker gefährdet sind als die terrestrischen. Da kann doch etwas nicht stimmen! In Zusammenarbeit mit BAFU und karch präsentieren wir Ihnen am Seminar vom 12. Juni Lösungen, wie für unsere aquatischen Arten kurz- und langfristig neuer Lebensraum geschaffen werden kann.

Information und Anmeldung: <<http://www.sanu.ch/de/Gemeinwesen/Bildungsangebote-Gemeinwesen/k/Vollzug-Biodiversit%C3%A4t-und-Landschaft/13NLPE-Stillgewaesser/>>

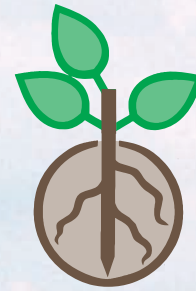
sanu future learning ag,  
2500 Biel-Bienne 3

«La Suisse, pays d'eau» promeut Suisse Tourisme. De grands lacs, des cascades majestueuses, des plans d'eau de montagne mystiques. Parallèlement, la Liste rouge de la Confédération montre que les espèces animales et végétales des milieux aquatiques sont plus en danger que la faune et la flore terrestres. Ça fait deux! En collaboration avec l'OFEV, ASAE et karch, nous vous présentons des solutions pratiques, relatives à la création de nouveaux habitats pour la conservation de nos espèces aquatiques, à court et à long terme, dans le cadre de ce séminaire pratique du 19 juin.  
Information et inscription : <<http://www.sanu.ch/fr/collectivite/Bildungsangebote-Gemeinwesen-fr/k/Execution-en-matiere-de-biodiversite-et-de-paysage/13NLPE-Stillgewaesser-F/>>

sanu future learning ag,  
2500 Biel-Bienne 3



<b>Editorial</b>	2
<b>Fachbeiträge</b>	
Restaurierung und revitalisation des Etangs des Coeudres à Dampfreux, canton du Jura	3
L'Allaine en amont de Porrentruy, canton du Jura	9
Un projet combiné de protection contre les crues et de revitalisation en zone urbanisée	
Réactivation d'un hydrosystème et création d'une zone humide de 6,5 ha sur d'anciennes terres agricoles ouvertes	14
Restaurierung hydroécologique de la Veyle à St-Denis-lès-Bourg, département de l'Ain, France	18
Station Naturelle d'Épuration de la Baroche ; une station d'épuration qui fonctionne sans électricité	24
Génie biologique. Il y a 30 ans, sur la Birse à Soyhières, canton du Jura	28
Davantage d'espace pour la Birse aux Riedes-Dessus, canton du Jura	34
Arasement d'un grand seuil en ville de Tulle et réaménagement des berges de la Corrèze, France	39
Réactivation d'un hydrosystème naturel par destruction de drainages	45
Renaturation de l'Aire, agglomération genevoise ; une nouvelle façon de créer un cours d'eau	52
La revitalisation de la Sorne en amont de Delémont, une compensation de l'espace cours d'eau limité en ville, canton du Jura	56
Kostengünstige Bausteine zur ökologischen Aufwertung von Fließgewässern	62
Problematik des Schwall-Sunk-Betriebs am französisch-schweizerischen Doubs	67
Jura : concilier nature et génie	72
<b>Vereinsmitteilungen</b>	
Antrag für Mitgliedschaft	74
<b>Dank</b>	75
<b>Veranstaltung</b>	75



## Verein für Ingenieurbiologie Association pour le génie biologique


ZHAW  
Zürcher Hochschule für  
Angewandte Wissenschaften  
Sekretariat Andrea Grimmer  
Grüntal, Postfach 335, CH-8820 Wädenswil  
Tel. +41 58 934 55 31



Europäische Föderation für Ingenieurbiologie  
Federazione Europea per l'Ingegneria Naturalistica  
European Federation for Soil Bioengineering  
Federation Europeenne pour le Génie Biologique  
Federacion Europea de Ingenieria del Paisaje

Rolf Studer  
Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions  
Protection de la nature et paysage  
Rue des Chanoines 17, Case postale, CH-1701 Fribourg  
Tel. +41 (0)26 305 51 87, Fax +41 (0)26 305 36 09  
E-Mail: studerr@fr.ch



 Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
Association suisse pour l'aménagement des eaux  
Associazione svizzera di economia delle acque



## Redaktionsschluss / Délai rédactionnel

Heft:	Redaktionsschluss:	Thema:	erscheint:	Redaktion:
Nr. 2/2013	15. Juni 2013	Ingenieurbiologie aus Unternehmensicht	August 2013	Roland Scheibli
Nr. 3/2013	15. Juli 2013	Hang- und Böschungssicherung	September 2013	Monika Stampfer
Nr. 4/2013	15. Oktober 2013	Revitalisierung von Kleingewässern	Dezember 2013	Röbi Bänziger

Fachbeiträge sind gemäss den redaktionellen Richtlinien zu verfassen und bis zum Redaktionsschluss an Roland Scheibli, Gossweiler Ingenieure AG, Neuhofstrasse 34, Postfach, 8600 Dübendorf 1, Tel.: + 41 44 802 77 11, Fax: +41 44 802 77 00, E-Mail: rs@gossweiler.com, einzureichen.