

Revitalisation des cours d'eau*

A l'exemple de la Birse et ses affluents

Renaturierung der Flüsse

Am Beispiel der Birs und ihrer Nebenflüsse

Da die Renaturierung der Flüsse teuer ist und die Umweltqualitätsziele nicht immer garantiert werden können, werden einige Kriterien vorgestellt, die es den Geschäftsführern und Ämtern ermöglichen, effiziente Investitionen zu tätigen.

Die Analyse basiert auf Faktoren wie spezifische Flusskraft, Erosionsfähigkeit, Feststofftransport, Wasserqualität sowie das zur Verfügung stehende Gelände. Unter Berücksichtigung aller Daten kann die Wirksamkeit der Renaturierung im Hinblick auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis gut bewertet werden.

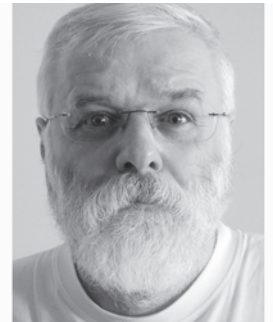
Restoration of Rivers

At the Example of the Birs and its Branch Rivers

Due to the fact that the restoration of rivers is expensive and that the environmental results are not guaranteed, it is proposed some criteria that allow managers and administrators to practise good and intelligent investments.

The approach is based on the use of factors such as the specific stream power, the erodability, sediments transport, the surface available on the bank, the water quality. These factors taken together provide a good assessment of the effectiveness of revitalization for an excellent cost-benefit ratio.

Bernard Lachat



La revitalisation d'un cours d'eau coûte généralement beaucoup et les buts de qualité environnementale ne peuvent pas toujours être garantis. Afin de permettre aux gestionnaires et organismes subventionnants de pratiquer des investissements efficaces, quelques critères d'évaluation sont proposés dans cet article.

L'approche est basée sur l'utilisation de facteurs comme l'énergie spécifique du cours d'eau, la capacité d'érosion, le transport des matériaux solides, le terrain riverain à la disposition, la qualité d'eau. L'ensemble de ces données fournissent une très bonne évaluation de l'efficacité des revitalisations des cours d'eau, notamment d'un point de vue du rapport «coûts/bénéfices».

1. Facteurs Physiques

D'une manière générale, les études sur la qualité biologique des cours d'eau ont montré que trois grands groupes de facteurs physico-chimiques pouvaient engendrer des effets, positifs ou négatifs, sur l'ensemble des êtres vivants peuplant un cours d'eau (*Fig. 1*). Il s'agit des facteurs portant sur:

- a) la *qualité* de l'eau;
- b) la *quantité* d'eau (fluctuations naturelles ou artificielles);
- c) la *morphologie* (fortement influencée par la végétation).

Bien évidemment ce système, à lui seul, ne pourrait suffire à la vie sans la présence de matière organique et donc des végétaux [6]. Au cours de ces dernières décennies, un autre fac-

* Cet article est basé sur la conférence tenue par l'auteur le 7 juin 2007 dans le cadre de la Journée spécialisée «Renaturation de la Birse» à Muenchenstein (organisateur: VSA, AES, VIB, Pro Natura).

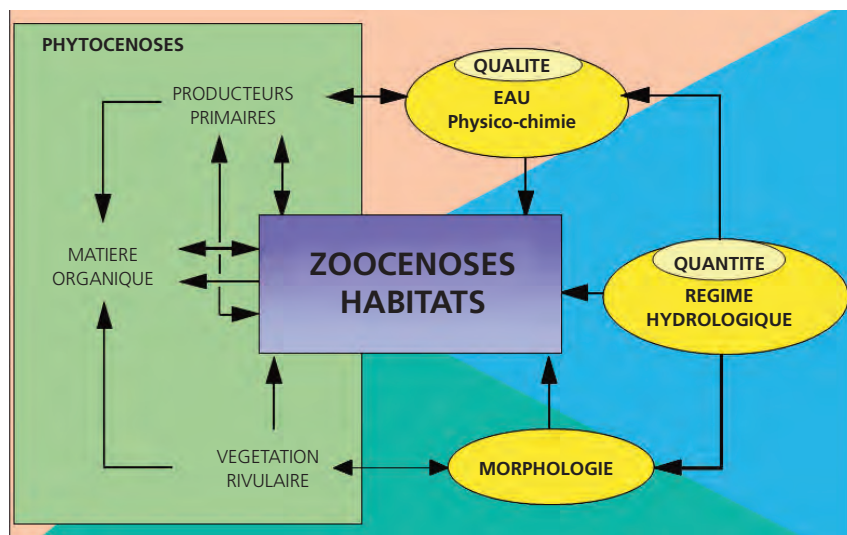
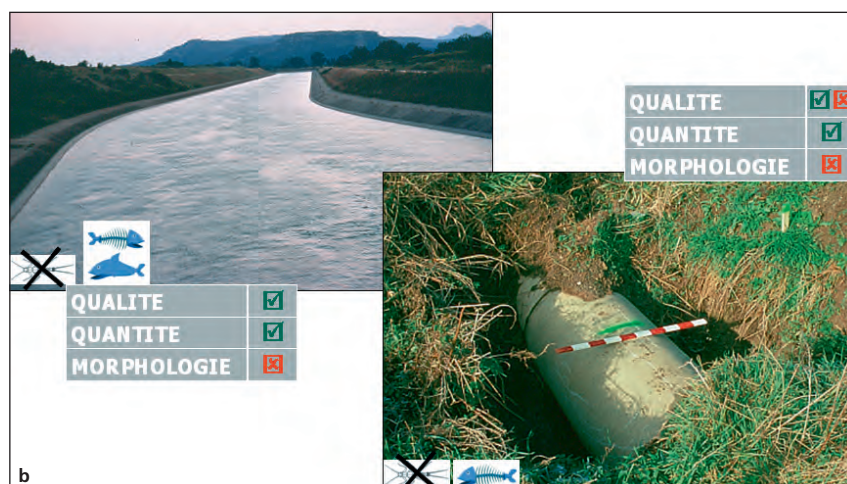


Fig. 1 Facteurs d'influence généraux sur les biocénoses aquatiques des cours d'eau.



Fig. 2a–2d Exemples de cours d'eau où sont représentés de façon variable les facteurs «qualité-quantité-morphologie».



teur est venu perturber les équilibres biologiques des cours d'eau: la *gestion de la pêche* et tout son cortège de problèmes liés à des alevinages massifs, à l'introduction d'espèces, à la pression sur les populations indigènes de poissons, etc.

Qu'un seul de ces facteurs dégénère et c'est tout l'édifice vivant qui s'effondre; ceci est démontré dans les figures 2a–2d.

Morphologie

La plupart des cours d'eau, presque partout sur Terre, ont vu leurs caractéristiques morphologiques et dynamiques très fortement altérées par des actions anthropiques, notamment:

- la *chenalisation* des lits fluviaux;
- l'*extraction* de matériaux;
- l'*implantation* de seuils et de barrages.

A cela s'est ajoutée une dégradation qualitative des eaux de surface et souterraines par des rejets d'eaux sales et par des souillures, directes ou diffuses, engendrant des problèmes récurrents d'eutrophisation et de pollution.

L'édifice biologique ne peut résister à ces perturbations sans une diminution de biodiversité, de biomasse et de richesse spécifique.

L'appauvrissement général des cours d'eau atteint actuellement un niveau très grave et l'inertie d'un tel mouvement amorcé depuis des décennies va en empirant, compte tenu du contexte environnant dans les bassins versants.

2. Revitalisation

Les nouvelles orientations en matière d'aménagement des cours d'eau, qui demandent plus d'espace, afin de garantir la sécurité et l'écologie, sont-elles suffisantes?

Les exemples de «décorrection» fonctionnelle de cours d'eau sont nombreux en Suisse (la Thur (ZH), l'Emme (BE), l'Aar (AG), etc.) et les futurs projets exemplaires ne manquent pas d'intérêt (le Rhône (VS), l'Aire (GE), etc.). Cependant, quantité d'exemples peu probants existent aussi, dans lesquels les perspectives écologiques, paysagères et sécuritaires sont *inversement proportionnelles aux coûts* des travaux (Fig. 3).

Afin de connaître la pertinence et l'efficacité de futurs travaux de revitalisation, une analyse sur des cas concrets a été initiée par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, en France. Elle portait sur un «retour d'expérience d'opérations de revitalisation de cours d'eau et de

leurs annexes» [1]. Cette étude avait également pour but de donner un outil pour l'analyse de l'efficacité potentielle des projets et ainsi avoir une aide à la décision en termes de coûts et d'investissements financiers.

3. Constats et Postulats

Sans entrer dans trop de détails (voir à ce sujet [2]), les types de *dysfonctionnements morphologiques* reconnus sur les cours d'eau sont les suivants:

A. Lit mineur

- incision du lit;
- modification des écoulements;
- modification de la nature des berges;
- modification de la végétation rivulaire (ripisylve).

B. Lit majeur

- déconnexion avec le lit mineur;
- réduction de l'hydromorphie des zones humides.

D'un point de vue des processus dynamiques, un cours d'eau est caractérisé non seulement par une fréquence et une intensité des flux d'eau, mais aussi par ses spécificités propres à engendrer des mécanismes naturels plus ou moins performants.

Ainsi, la géométrie, les substrats, les processus d'érosion (en vertical et en horizontal), le transport solide, la capacité d'ajustement géomorphologique, les caractéristiques environnementales globales influent sur les processus géodynamiques potentiels ou actuels.

La connaissance écologique et morphodynamique des cours d'eau permet d'arriver au postulat décrit au *tableau 1*.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> + Plus un cours d'eau est puissant¹, + plus ses berges s'érodent facilement, + plus les apports solides sont prépondérants, <p>Alors,</p> <ul style="list-style-type: none"> > meilleure est la garantie de réponse positive du système, > plus rapides sont les résultats, > plus grande est la pérennité des bénéfices écologiques de la revitalisation, > moindre est le coût (car le cours d'eau réalise, lui-même, la plus grande partie du travail). |
|---|

Tab. 1 Postulat pour l'évaluation de l'efficacité des travaux de revitalisation.

¹ La capacité d'ajustement d'un cours d'eau est en grande partie fonction de sa puissance spécifique. Voir à ce sujet [3, 4, 5 et 8].
 puissance (Ω): $\Omega = \gamma Q J$ (en watts/m).
 puissance spécifique (ω): $\omega = \Omega / l$ (en watts/m²)
 où γ est le poids volumique de l'eau (9'810 N/m³), Q le débit (m³/s), J la pente de la ligne d'énergie (m/m), l la largeur du lit pour le débit considéré (m).

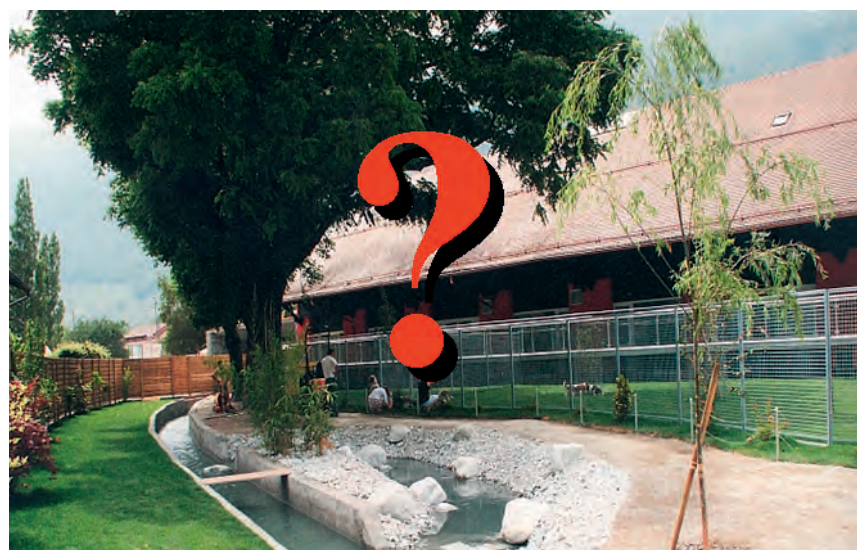


Fig. 3 Exemple extrême de revitalisation qui interroge sur sa signification et son utilité.

Paramètre \ Note	0	2.5	5	10
Puissance spécifique (W/m^2)	<10	10-30	30-100	> 100
Erodabilité des berges	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Potentiel d'apports solides	Nul	Faible	Moyen	Fort
Emprise disponible	1 largeur de lit	1 à 3 L	3 à 10 L	> 10 L
Qualité de l'eau	Mauvaise	Médiocre	Moyenne	Bonne

Tab. 2 Critères et cotation pour une évaluation de l'efficacité d'une restauration

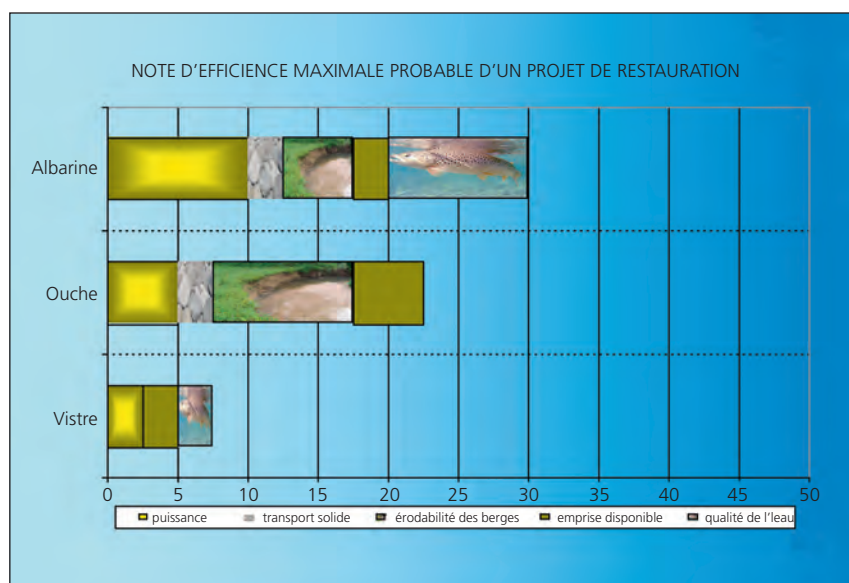


Fig. 4 Score d'efficacité de trois cours d'eau français.

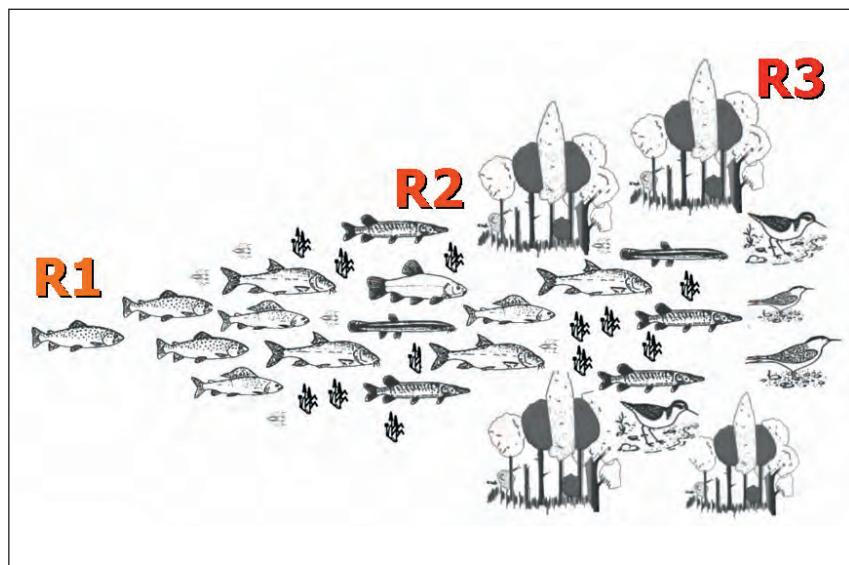


Fig. 5 Niveaux d'ambition pour la revitalisation d'un cours d'eau. La catégorisation des niveaux de restauration correspond à un gradient continu. Ce gradient va de la restauration d'un nombre limité de fonctionnalités (R1) à un nombre maximal de fonctionnalités (R3). La limite entre ces «classes» est fictive (3).

Ainsi, sur la base des trois *variables* suivantes,

W: puissance spécifique,

B: érodabilité potentielle naturelle des berges (en faisant abstraction des protections éventuelles existantes), et

A: apports solides,

il est possible de caractériser les cours d'eau, tout au moins dans un objectif d'évaluation de l'efficacité de travaux de revitalisation (voir également le § 4).

4. Typologie et score d'efficacité

Les trois variables (A, B, W) ne permettent pas à elles seules de «contrôler» le succès d'une revitalisation. Deux autres variables, indépendantes, sont nécessaires:

- l'*emprise foncière* disponible pour réaliser la revitalisation,
- la *qualité de l'eau*.

Sur ces bases, issues de la connaissance des cours d'eau, de leur processus et de leur fonctionnalité, donc de façon empirique et synthétique et sans pondération particulière, des valeurs spécifiques sont proposées conduisant à un *score d'efficacité* (maximum possible de points: 50 et minimum: 0) probable de la revitalisation envisagée (Tab. 2). A titre d'exemple, la figure 4 illustre trois scores obtenus pour trois cours d'eau différents.

5. Niveaux d'ambition

Bien évidemment, selon l'état et la nature du cours d'eau, il peut y avoir divers niveaux d'intervention:

- si le fonctionnement hydro-morphoécologique est bon, on visera plutôt la *préservation* (P) du système;
- si le fonctionnement hydro-morphoécologique s'avère peu dégradé et qu'il présente encore des fonctionnalités correctes, on optera plutôt pour la *limitation* des dysfonctionnements et des dégradations futures (L);
- si le fonctionnement hydro-morphoécologique est dégradé, on visera à la *revitalisation* (R).

Pour la 1^{ère} catégorie (P), il s'agit le plus souvent, d'opérations de sensibilisation, de protection des berges ou de maîtrise foncière des secteurs qui sont menacés par des pressions anthropiques.

Dans la 2^{ème} catégorie (L), la revitalisation n'est pas forcément nécessaire, mais il est important de mettre en œuvre des actions qui bloquent

les dysfonctionnements reconnus, par exemple:

- des seuils de fond pour stabiliser une incision,
- un espace de mobilité pour éviter une accentuation d'une incision encore modérée,
- une meilleure gestion des débits à la sortie d'un barrage,
- une meilleure gestion de la qualité de l'eau,
- etc.

Concernant la 3^{ème} catégorie (R), il faut distinguer trois niveaux d'ambition avec des objectifs différents en termes de quantité et de qualité (Fig. 5):

Niveau R1

- Revitalisation d'une ou deux composantes de l'hydro-système (il s'agit souvent des poissons ou des invertébrés) dans un contexte où l'on ne peut réaliser une véritable opération de revitalisation fonctionnelle.
- Mise en œuvre des aménagements dans l'emprise actuelle du lit mineur ou légèrement augmentée.
- Localisation en zone urbaine ou péri-urbaine, là où il y a peu ou pas d'emprises foncières possibles.

Niveau R2

- Objectif de revitalisation plus globale (plus ambitieux).
- Amélioration de nombreuses composantes hydrauliques, aquatiques et rivulaires: transport solide, habitats, nappe alluviale, ripisylve, ...
- Emprise foncière moyenne portant sur 2 à 10 fois la largeur du lit mineur avant revitalisation.
Ex.: reméandrage d'un cours d'eau rectifié, écartement des digues pour un cours d'eau endigué, «remise» à ciel ouvert d'un cours d'eau sous voûtage, etc.

Niveau R3

- Correspond à un niveau R2 plus un espace de mobilité (ou de fonctionnalité, si le cours d'eau est peu actif).
- Revitalisation totale de l'hydrosystème, y compris la dynamique d'érosion et le corridor fluvial.
- Emprise nécessaire importante: généralement >10 fois la largeur du lit mineur avant revitalisation.

La définition d'une *longueur de tronçon* par rapport à la taille du cours d'eau doit également être envisagée de manière pertinente selon les niveaux d'objectifs et d'ambition souhaités.

Ainsi, avec l'expérience pratique sur la pertinence des interventions (en termes de rapport

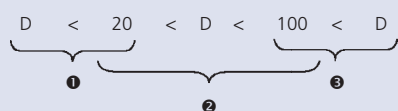


Fig. 6 Barrage de Kernansquillec en cours de démolition après la vidange.



Fig. 7 a) Travaux de labours en cours (09.05.01). b) Prairies riveraines en bordure du Légier (07.09.01).

coûts/bénéfice environnemental), on peut retenir les propositions suivantes:



$$D = \frac{L}{\ell} \text{ avec:}$$

L: longueur du tronçon de cours d'eau (à revitaliser)
 ℓ : largeur moyenne du lit mineur

- ① Effet peu pertinent. Intérêt uniquement très localisé sans garantie de résultat positif (Fig. 3)
- ② Effet pertinent au niveau local (Fig. 9–10)
- ③ Effet significatif et pertinent (Fig. 6–8)



Fig. 8 Diversité de milieux et de faciès retrouvée, quatre ans après les travaux de réhabilitation (08.09.05).



1984



1984



1988



1993

Fig. 9 Evolution du nouveau tronçon de la Birse dont les berges ont été protégées à l'aide de techniques issues du génie biologique.

6. Exemples

A. Elimination du barrage de Kernansquillec (France) – Figures 6–8.

Caractéristiques du barrage:

- Construction: 1920
- Hauteur: 15 m
- Largeur: 110 m
- Surface du plan d'eau: env. 12 ha
- Plus utilisé, concession pas renouvelée, devient propriété de l'Etat
- Plusieurs associations souhaitent sa destruction pour des raisons environnementales (obstacle au transit des poissons migrateurs, envasement, pollutions lors des vidanges, etc.) et sécuritaires (fissures)
- Pêche électrique de sauvegarde
- Démantèlement début 1996: vidange très lente, sédiment prélevés puis évacués par «aspiro-dragage» et décantés dans des lagunes
- Démontage du barrage (Fig. 6)
- Revitalisation (Fig. 7a, 7b, 8)

B. Création d'un nouveau lit: la Birse à Soyhières (Suisse – Jura)

Les figures 9 et 10 illustrent les différentes étapes de l'aménagement.

7. Conclusion

Les réflexions faites sur l'aménagement de la Birse dans le cadre de diverses études sont

particulièrement intéressantes. Toutefois, il n'est peut-être pas réaliste d'effectuer certains aménagements en regard des coûts et des résultats potentiels possibles. Il existe des critères permettant une approche dans l'évaluation de l'efficacité d'une restauration. Ceux-ci, basés sur la puissance spécifique du cours d'eau, sur l'érodabilité des berges, sur le potentiel du transport solide, sur l'emprise des rives à disposition et sur la qualité de l'eau renseignent efficacement les gestionnaires sur la pertinence d'une revitalisation. Toutefois, cette pertinence d'intervention est également liée à la longueur du tronçon de cours d'eau envisagé. Des «micro-revitalisations» sont à déconseiller.

Par la méthode d'analyse proposée, il est permis de croire que le coût/bénéfice environnemental des projets de revitalisation y gagnera, qu'ils se situent sur la Birse ou ailleurs. Cette approche, cependant, ne doit pas conduire à ne financer que des

travaux qui présenteraient les meilleurs scores en termes d'efficacité. Tous les cours d'eau dégradés méritent une revitalisation.

Bibliographie

- [1] Biotec & Malavoi, J.-R. (2006): Retour d'expérience d'opérations de revitalisation de cours d'eau et de leurs annexes, menées sur le bassin RMC, rapport et annexes. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. 129 p. [En ligne]. Disponible à l'adresse internet: <http://biotec.ch/rmc2006.htm>.
- [2] Biotec & Malavoi, J.-R. (2007): Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. Agence de l'Eau Seine-Normandie. DEMAA – Service eaux de surface. Manuel: 61 p.; fiches techniques: 100 p.
- [3] Brookes, A. (1987): The distribution and management of channelized streams in Denmark. Regulated rivers: Research and Management. 1: 3–16.
- [4] Brookes, A. (1988): Channelized Rivers: Perspectives for Environmental Management. John Wiley. 336 p.
- [5] Brookes, A. (1990): Restoration and enhancement of engineered river channels: Some European Experiences. In Regulated Rivers: Research & Management. John Wiley & Sons Ltd. 5: 45–56.
- [6] Lachat, B. (1991): Le cours d'eau – Conservation, entretien et aménagement. Conseil de l'Europe, Strasbourg. 84 p.
- [7] Malavoi, J.-R.; Adam, P. (2007): Préservation et revitalisation physique des cours d'eau. Aspects techniques. TSM n° 2. : 39–53.
- [8] Wasson, J.G.; Malavoi, J.R.; Maridet, L.; Souchon, Y.; Paulin, L. (1998): Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. CEMAGREF eds. Coll. Etudes: «gestion des milieux aquatiques», n° 14.

Keywords

Revitalisation, géomorphologie, diversité, coût-bénéfice, réussite

Adresse de l'auteur

Bernard Lachat
BIOTEC Biologie appliquée SA
Rue du 24-Septembre 9
CH-2800 Delémont

Tél. +41 (0)32 435 66 66
Fax +41 (0)32 435 56 46
bernard.lachat@biotec.ch
www.biotec.ch



Fig. 10 Aspect en 2007 du «nouveau» tronçon 23 ans après le début des travaux.