



Jeudi 19 mars 2009

Techniques et philosophie de génie biologique

Bernard Lachat, L.Sc., biologiste-ingénieur (REG A)

Directeur

Biotec Biologie appliquée SA

Suisse

NOTE AUX LECTEURS

Avertissement

Aucune utilisation des textes et des images de ce document ne peut être faite sans l'autorisation de Monsieur Bernard Lachat.

Pour des besoins personnels non lucratifs, le nom de la source (Monsieur Bernard Lachat) et le copyright doivent être strictement mentionnés.

Pour information :

Monsieur Bernard Lachat
BIOTEC Biologie appliquée SA
Rue du 24-septembre 9
CH-2800 Delémont (Suisse)
Tél. : + 41 (0) 32 435 66 66
Courriel : biotec@biotec.ch

Fax : + 41 (0) 32 435 56 46

© BIOTEC Bernard Lachat

Colloque
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle
Pour une plus grande diversité en milieu agricole

Québec, 19 mars 2009

Techniques et philosophie de génie biologique

Bernard Lachat
biologiste-ingénieur

Bureau technique et d'études en génie de l'environnement

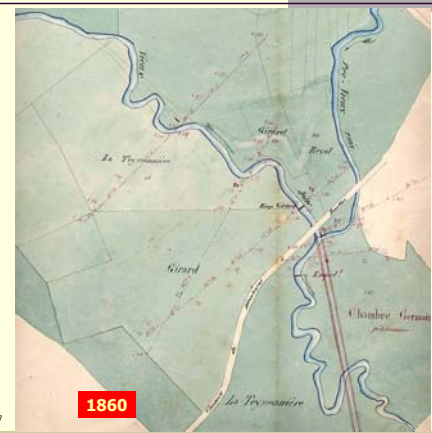
Rue du 24-Septembre 9
CH - 2800 DELEMONT (Suisse)
Tél : +41 (0)32 435 66 66
Fax : +41 (0)32 435 56 46
Courriel : biotec@biotec.ch

BIOTEC
Biologie appliquée

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 1 - © BIOTEC Biologie appliquée

Un ancien remède : la « correction »

on n'a pas attendu le 20^e siècle pour chenaliser les cours d'eau...



1860

Malavoi + Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 2 - © BIOTEC Biologie appliquée

Un ancien remède : la « correction »

...mais la plupart des travaux de chenalisation se sont faits au cours des années 1950-1980 dans un objectif essentiellement agricole

II - LES PROBLÈMES DE LA VEYLE -

La VEYLE pose des problèmes importants et divers dus à un manque total d'entretien depuis le début du siècle, manque d'entretien qui se traduit maintenant par un engorgement général du lit de la rivière. Des souches en surplomb, des arbres couchés, des branches baignant dans les hautes eaux et des bancs alluvionnaires souvent couverts de roseaux sont autant d'éléments à l'origine de submersions fréquentes fort étendues et donc grandement préjudiciables à un nombre important d'agriculteurs.

Cette situation évidemment néfaste sur l'émissaire principal se retrouve à un degré à peine atténué sur les affluents ce qui a conduit à envisager un aménagement général du réseau hydraulique.

Malavoi + Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 3 - © BIOTEC Biologie appliquée

Les corrections



Malavoi + Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 4 - © BIOTEC Biologie appliquée

Le système cours d'eau : un contexte naturel dynamique



Un bon fonctionnement hydro-écomorphologique ?

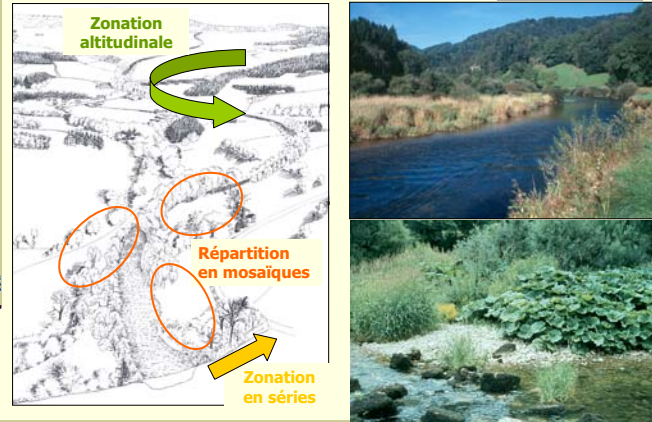
- a) Des faciès d'écoulement diversifiés
- b) Des berges non protégées
- c) Des bancs alluviaux mobiles
- d) Une ripisylve fournie et variée
- e) Un corridor fluvial boisé
- f) Des annexes hydrauliques

Ces éléments traduisent une dynamique fluviale naturelle dont la restauration hydromorphologique et écologique doit tenter de se rapprocher

Malavoi-Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 5 - © BIOTEC Biologie appliquée

La base du génie biologique : la végétation rivulaire la diversité et l'hétérogénéité



Zonation altitudinale

Répartition en mosaïques

Zonation en séries

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 6 - © BIOTEC Biologie appliquée

La végétation rivulaire : les modèles



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 7 - © BIOTEC Biologie appliquée

Constat

La Nature nous montre toujours des modèles
mais aussi des contre-exemples d'origine anthropique

Tout est écrit sur le terrain.
Il suffit de savoir lire et déchiffrer la « partition » naturelle.

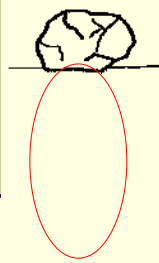
Dans les aménagements hydrauliques habituels,
il suffit de **s'inspirer des modèles naturels**
pour permettre à l'Homme de vivre confortablement
et de se protéger efficacement,
tout **en donnant le coup de pouce** dont la Nature a besoin
pour fonctionner de façon optimale

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 8 - © BIOTEC Biologie appliquée


Génie biologique : les fondements

Systèmes racinaires

Bloc de roche

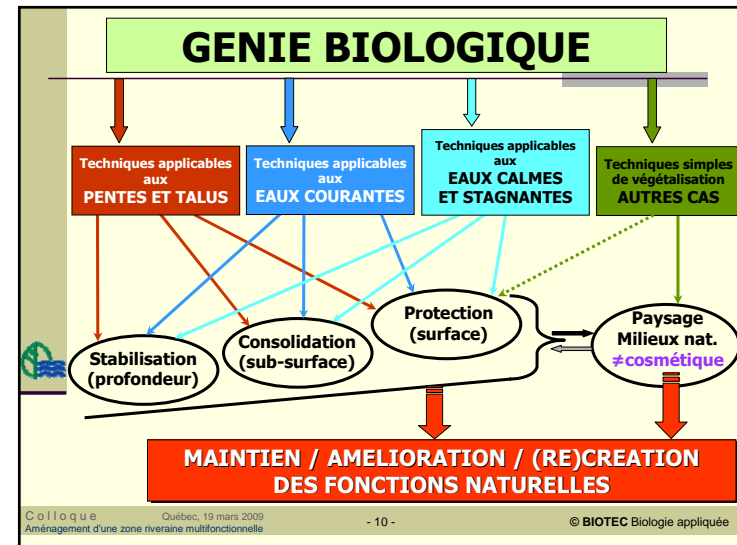


Végétal



- Effet de stabilisation dynamiquement croissant
- Souplesse des ouvrages et résistance :
 - ↳ ancrage dans la berge et non appui contre elle
 - ↳ tensions d'arrachement ou de glissement reprises en traction
- Action hydromécanique dans le sol (évapo-transpiration, effet de cintrage, augmentation de la cohésion)
- Autoépuration de l'eau
- etc.

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 9 - © BIOTEC Biologie appliquée



Le génie biologique a une histoire

<p>Prusse, Autriche, Allemagne :</p> <p>Silberschlag : 1772/73</p> <p>Josef Schemerl : 1770-1780</p> <p>Franck : 1781</p> <p>Woltmann : 1791/92</p> <p>Fuchs : 1791</p> <p>August : 1792</p> <p>Wiebeking : 1792</p> <p>Schreyer : 1794/95</p> <p>Kirchmann : 1797</p> <p>Voit : 1821</p> <p>Duile : 1826</p> <p>Stiny : 1908 ...</p> <p>puis : Schiechtl : dès 1954</p> <p>Italie :</p> <p>Bettoni : 1782 ...</p>	<p>France :</p> <p>De Serres : 1600</p> <p>Forest de Bellidor : 1730</p> <p>Défontaine : 1833</p> <p>Mathieu : 1864</p> <p>Demontzey : 1860-1894</p> <p>Bechmann : 1887</p> <p>Depelchin : 1887</p> <p>Thiery : 1891</p> <p>Pontzen : 1891</p> <p>Bariatier de Mas : 1899</p> <p>Kuss : 1903</p> <p>Arnould : 1913</p> <p>Bernard : 1927 ...</p> <p>Suisse :</p> <p>Lauterburg : 1886</p> <p>Schindler : 1890</p> <p>Burckhardt : 1893 ...</p>
--	--

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 11 - © BIOTEC Biologie appliquée

Historique – publications en Europe (français)

Un premier « guide » en français (1994) réédité en 1999



Un « manuel de restauration » en 2007



Un nouveau « manuel technique » en 2008



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 12 - © BIOTEC Biologie appliquée

Dimensionnement

Le dimensionnement théorique et pratique d'un aménagement fait largement appel à l'expérience de l'ingénieur-biologiste responsable d'un projet. Malgré tout, le **diagnostic de terrain** demeure la **base d'une démarche de conception adaptée** et la **clé de choix judicieux d'aménagements**.

L'étude du terrain, ou « diagnostic », se fonde essentiellement sur deux grands principes :



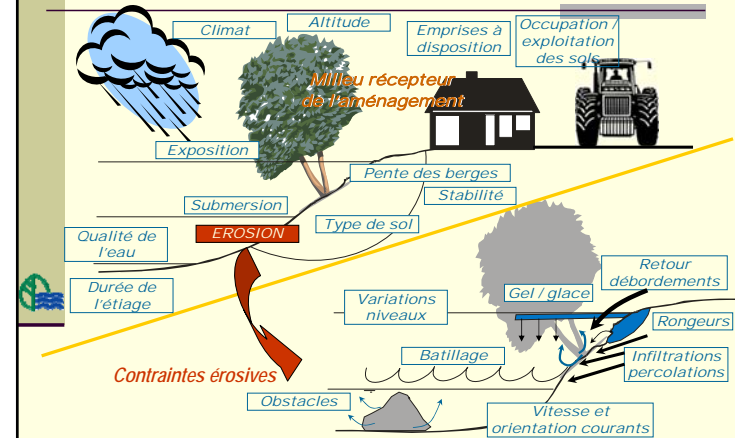
- l'observation exhaustive du milieu récepteur de l'aménagement
- la parfaite compréhension des différentes contraintes d'aménagement

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 13 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Bien connaître les contraintes et les processus d'érosion



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 14 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Bien connaître les contraintes et les processus d'érosion



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 15 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Bien connaître les contraintes et les processus d'érosion



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 16 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Les erreurs classiques



Mauvais calage des ouvrages

Mauvais choix de végétaux

Très éloigné des modèles naturels !

Absence de connaissances fondamentales d'écologie (relations sol, eau, air, lumière).

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 17 - © BIOTEC Biologie appliquée

Les erreurs classiques



Tresseur « fou » ?

Manque de confiance aux végétaux

Très mauvaise appréciation des contraintes érosives

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 18 - © BIOTEC Biologie appliquée

Les erreurs classiques



Mauvaise appréciation du retour des courants

Un manque de travaux préparatoires

Défaut d'entretien des ouvrages jeunes

Mauvaise intégration des ouvrages au site

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 19 - © BIOTEC Biologie appliquée

Les erreurs classiques



Une mauvaise appréciation des courants de crue

Mauvaise appréciation des usages

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 20 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Birse à Soyhières (CH)
Herbacées + géotextile + boutures + plantations



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 21 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Birse à Soyhières (CH)
Herbacées + géotextile + boutures + plantations



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 22 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Birse à Soyhières ... 23 ans après



**Critère de réussite du génie biologique :
on ne voit plus qu'il y a eu intervention
et ce, déjà quelques années après**

2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 23 - © BIOTEC Biologie appliquée

Tressage de saule



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 24 - © BIOTEC Biologie appliquée

Le Châtelard à Chandon (CH)

29.04.1986 05.05.1986 06.06.1986 04.07.1986

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 25 - © BIOTEC Biologie appliquée

Le Châtelard à Chandon (CH)

14.10.1986

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 26 - © BIOTEC Biologie appliquée

Couches de branches à rejets

16.09.1993 24.01.1994 24.01.1994 21.04.1994

le Rhône à Lyon (France)

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 27 - © BIOTEC Biologie appliquée

Couches de branches à rejets

14.03.1994 11.04.1994 27.09.1994 13.09.1998

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 28 - © BIOTEC Biologie appliquée

Couches de branches à rejets



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 29 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Fascine d'hélophytes

la Lys à Frelinghien
(France/Belgique)



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 30 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Fascine d'hélophytes



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 31 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Fascine de saule

la Meurthe à Moncel-les-Lunéville (France)



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 32 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Fascine de saule




Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 33 - © BIOTEC Biologie appliquée

Lit de plants et plançons



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 34 - © BIOTEC Biologie appliquée

Lit de plants et plançons



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 35 - © BIOTEC Biologie appliquée



Les techniques mixtes (génie civil + génie végétal)

- **Nécessités par :**
 - dynamique torrentielle (fortes vitesses, forces d'arrachement et profondeur d'affouillement élevées, etc.);
 - divagation généralisée du lit (fond mobile, chenaux multiples, variation brutale du profil en long, etc.);
 - des pressions anthropiques très élevées (forte artificialisation, fortes contraintes d'usages, etc.).
- **Concrétisées principalement par :**
 - base en enrochements et berge végétalisée [usage longitudinal, sous NMA];
 - des épis [usage transversal];
 - des seuils [usage transversal].

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 36 - © BIOTEC Biologie appliquée





La Loire à Brives-Charensac (F)

Cette photo montre le pont (en perdition) de Corbon, non loin de Brives-Charensac, sur la haute Loire, lors de l'évènement mémorable du 20 septembre 1980.

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 37 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Loire à Brives-Charensac (F)

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 38 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Loire à Brives-Charensac (F)





Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 39 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Loire à Brives-Charensac (F)




Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 40 - © BIOTEC Biologie appliquée

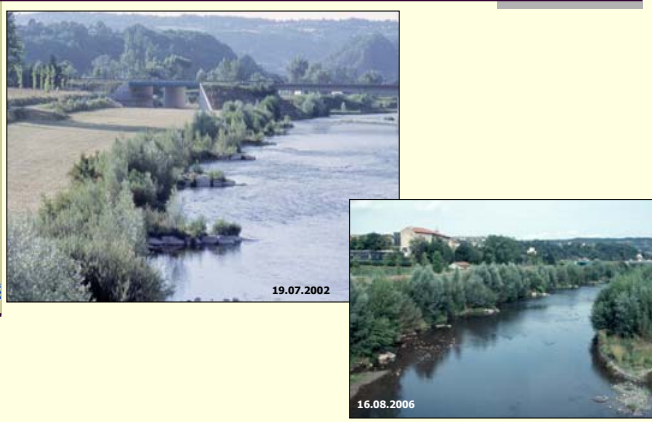
La Loire à Brives-Charensac (F)



28.05.2001 19.07.2002 28.05.2001

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 41 - © BIOTEC Biologie appliquée


La Loire à Brives-Charensac (F)



19.07.2002 16.08.2006

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 42 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Loire à Brives-Charensac (F)



2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 43 - © BIOTEC Biologie appliquée

Revitalisation pourquoi ?

Restauration

Revitalisation

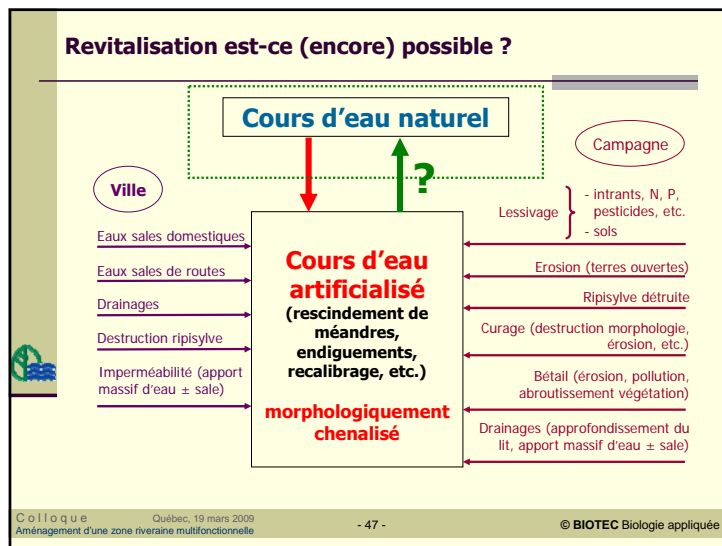
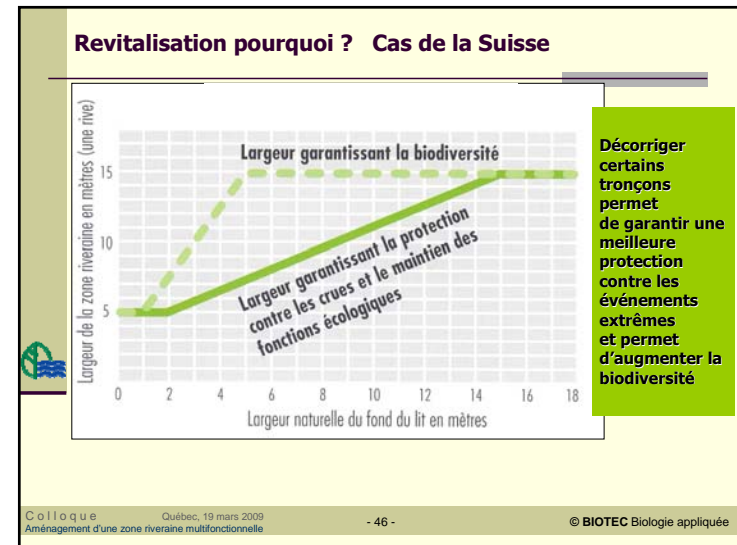
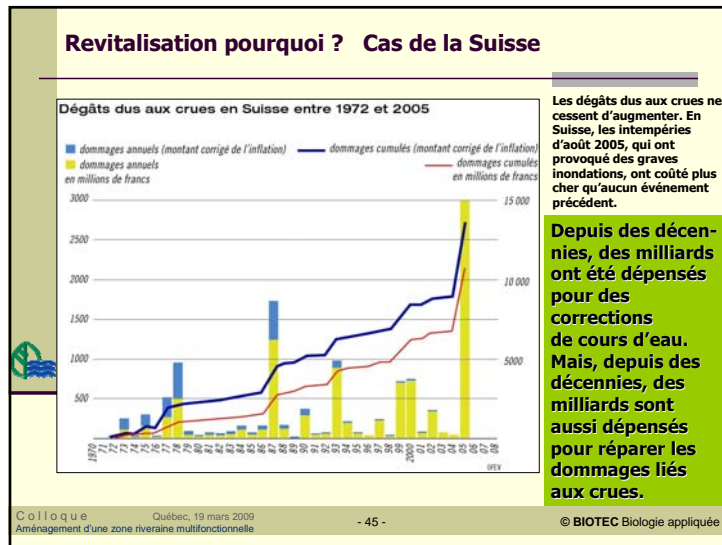
Reméandrage

Renaturation

Reconstitution

...

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 44 - © BIOTEC Biologie appliquée



Constat

Il est plus facile de mettre un morceau de sucre dans le café que de le ressortir

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 48 - © BIOTEC Biologie appliquée

Niveaux d'ambition de travaux de revitalisation

La catégorisation des niveaux de restauration correspond à un gradient continu.

R1


R2

R3

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 donc fictive.


Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 49 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Vendline à Bonfol (CH) - R2




Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 50 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Vendline à Bonfol (CH) - R2

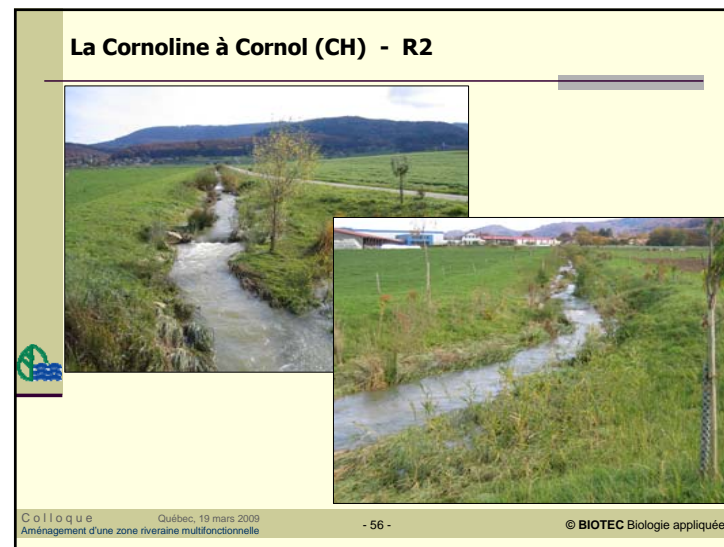
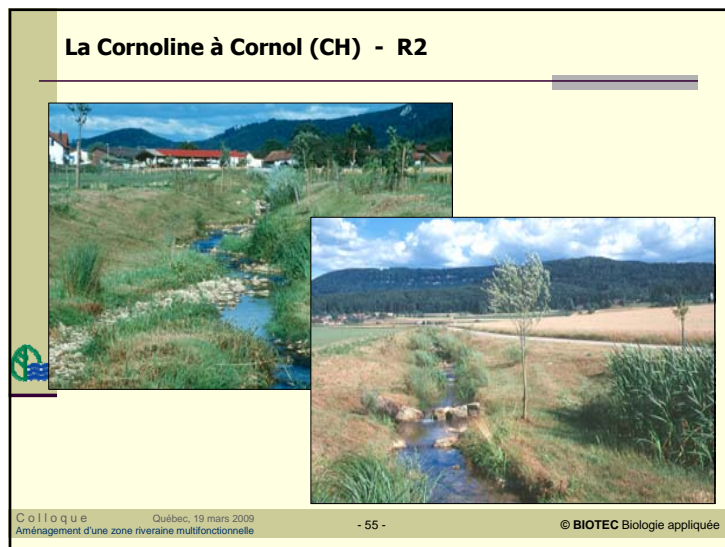
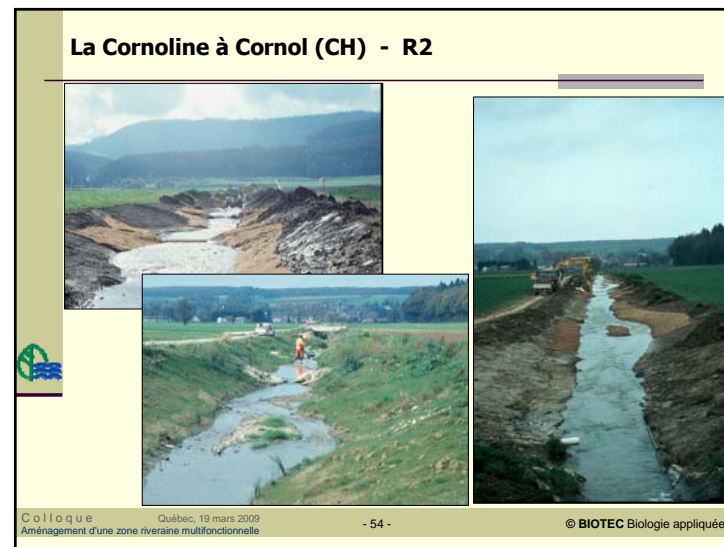
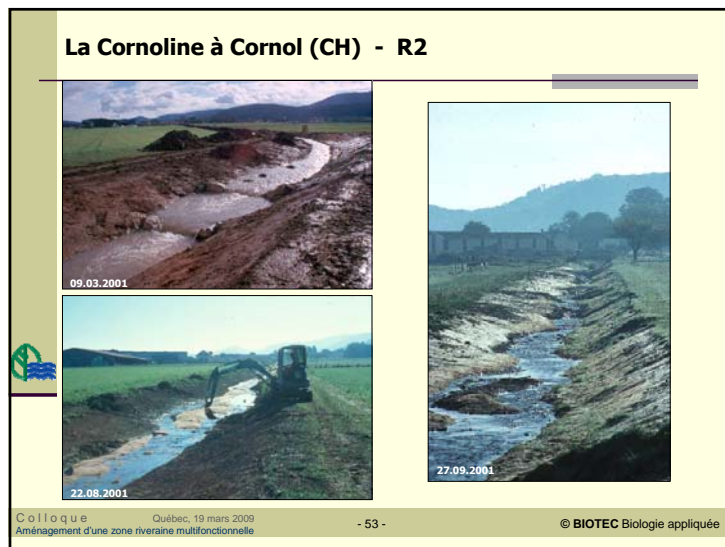


Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 51 - © BIOTEC Biologie appliquée


La Cornoline à Cornol (CH) - R2



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 52 - © BIOTEC Biologie appliquée



La Cornoline à Cornol (CH) - R2




09.07.2003

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 57 -

© BIOTEC Biologie appliquée

La Cornoline à Cornol (CH) - R2




2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 58 -

© BIOTEC Biologie appliquée

La Crausa à Cournillens-Courtepin (CH) - R3




Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 59 -

© BIOTEC Biologie appliquée

La Crausa à Cournillens-Courtepin (CH) - R3



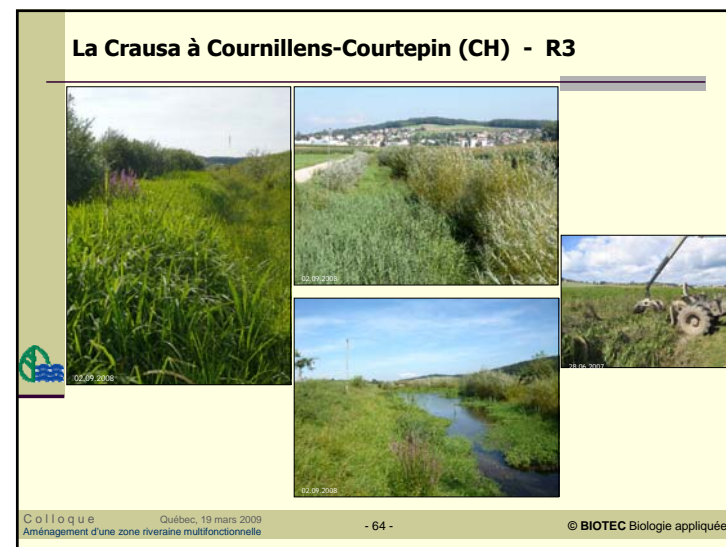
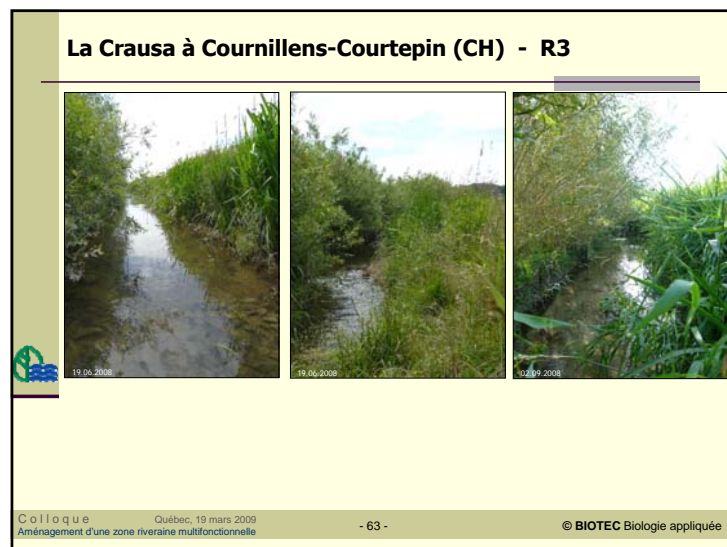
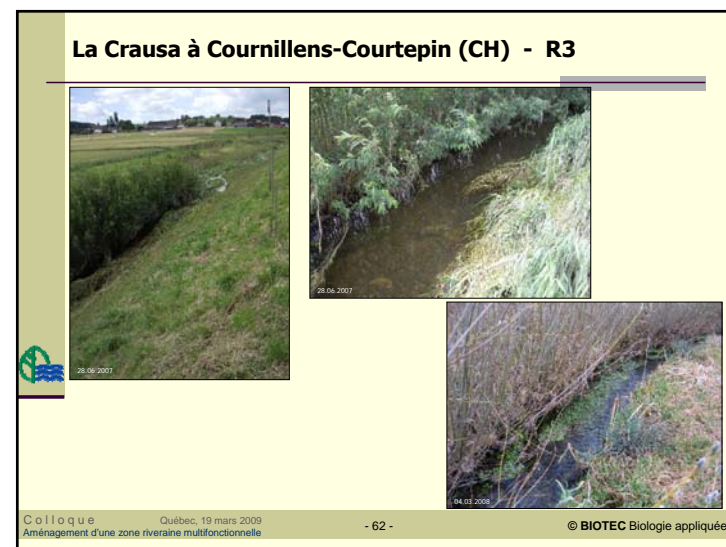
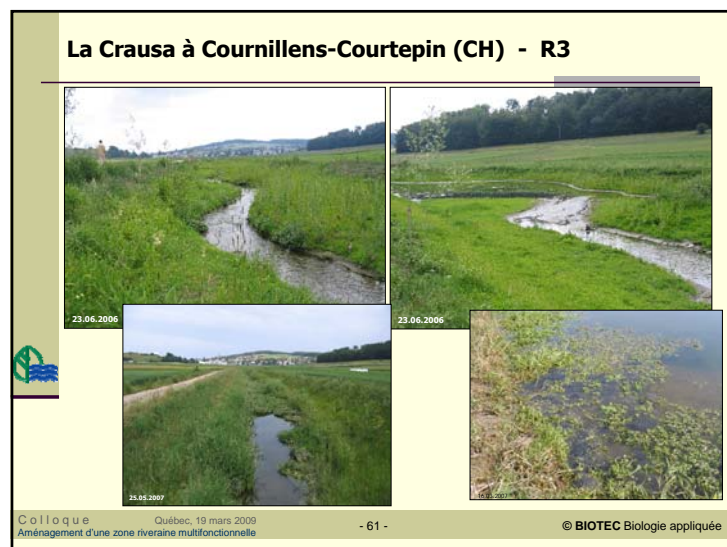
27.05.2004

23.01.2006

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 60 -

© BIOTEC Biologie appliquée



La Sulzbächle (D) - R3

1990

<http://www.zv-hochwasserschutz.com/downloads/pilotprojektsulzbachle.pdf>

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 65 - © BIOTEC Biologie appliquée

La Wandse (D) - R3

(Glitz, 1983)

Malavoi • Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 66 - © BIOTEC Biologie appliquée

Revenir en arrière, est (presque) toujours possible... mais pas toujours suffisant

Restructuring of the River Melk 1985-1990

State	Number of self-sustaining fish species
channelised	2
restructured	9
historic	38

Schmutz (2006)

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 67 - © BIOTEC Biologie appliquée

Génie biologique

Traitement logique des interventions sur un cours d'eau

- 1 Faut-il réellement intervenir* ? (évaluer les conséquences d'une non-intervention / variante 0)
- 2 Évaluer si une **gestion ciblée** de la **végétation** existante ou des **obstacles** peut résoudre les problèmes (« **entretiens** »)
- 3 Établir si la création d'un **espace de liberté** est possible et judicieux pour régler les problèmes
- 4 Évaluer si les **techniques végétales** issues du **génie biologique** peuvent satisfaire à la résolution des problèmes
- 5 Établir si des **techniques combinées** peuvent pallier aux problèmes
- 6 Appliquer, **seulement à ce stade**, une technique habituelle de **génie civil** raisonnable et proportionnée.

(* oui, s'il s'agit de revitaliser le cours d'eau)

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle - 68 - © BIOTEC Biologie appliquée

Avenir ? Rencontre de territoires antagonistes

Une nouvelle rencontre
entre l'agriculture et la rivière



Travaux de revitalisation
de la BIRSE à Zwingen (CH)

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 69 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Bandes riveraines et agriculture doivent pouvoir coexister



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 70 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Quels types d'aménagement de rives ou de renaturation voulons-nous et ... pourquoi



Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 71 -

© BIOTEC Biologie appliquée

Il ne faut pas avoir peur des remises en question ...



Malavai • Biotec, 2007

Colloque Québec, 19 mars 2009
Aménagement d'une zone riveraine multifonctionnelle

- 72 -

© BIOTEC Biologie appliquée