Direction des Cours d'Eau Non Navigables
Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement - Ministère de la Région wallonne

La gestion physique des cours d'eau : bilan d'une décennie d'ingénierie écologique

Actes du Colloque
Namur 10, 11 et 12 octobre 2007

Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée - FUNDP

Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviatile

De la correction à la décorrection, en passant par le génie végétal synthèse et évolution de l'ingénierie biologique

LACHAT Bernard

BIOTEC Biologie appliquée SA - Delémont, Suisse
http://biotec.ch/, bernard.lachat@biotec.ch
BIOTEC Biologie appliquée sarl - Lyon, France
http://biotec.fr/, bernard.lachat@biotec.fr

1. Les corrections

Dans le passé, les cours d'eau méandraient, ils ne faisaient qu'un avec le paysage, ils étaient des lieux de vie et de diversité, ils étaient la «vie».

Puis selon un précepte éculé qui veut que tout sur Terre doit permettre de rapporter de l'argent, rapidement, l'homme s'est attaqué aux cours d'eau pour les maîtriser. Maîtriser les inondations d'abord, maîtriser les érosions ensuite, afin d'obtenir des voies navigables, de l'électricité, de nouvelles terres à exploiter.

Ainsi, de très nombreux cours d'eau de plaine, pour ne pas dire quasi tous en Europe, ont subi à un moment ou à un autre les assauts de la technique, les conduisant d'un vaste espace naturellement fonctionnel à un chenal ridiculement petit (figure 1).

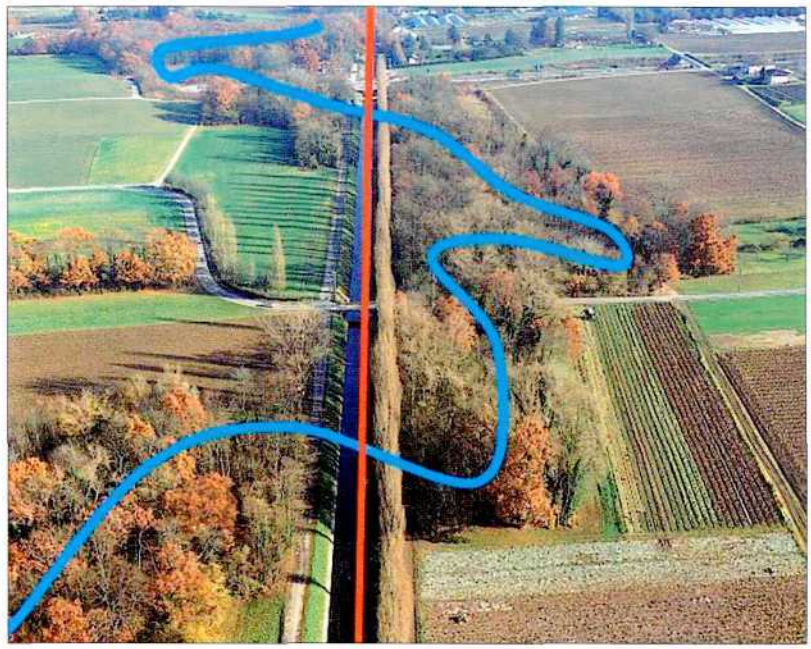

Figure 1 : Résultat d'une correction. On distingue encore les anciens méandres boisés (bleu) et le chenal rectiligne (rouge) qui a été construit.
Il est beaucoup plus étroit que l'ancien lit. On remarque aussi que l'agriculture s'est appropriée une partie des terrains «abandonnés».
Ce cours d'eau pose tellement de problèmes actuellement qu'il sera décorrigé en 2008

La notion de «correction» était née, terme qui fut repris dans de nombreux textes de loi. On appliquait bêtement une formule mathématique qui veut que, pour écouler un maximum d'eau dans un minimum de temps, il faut créer des cours d'eau dont les berges et le lit soient lisses, que l'amont et l'aval soient le moins éloigné possible, le mieux étant en ligne droite. Pour cela, tuyaux, béton et pierres maçonnées étaient idéals (figures 2, 3 et 4).

Figure 2 : Exemple où le lit a été complètement bétonné mais où l'on a gardé un certain méandrage !

Figure 3 : Les cours d'eau chenalisés et construits selon des processus d'hydraulicité seule constituent des endroits où la vie est quasiment absente. Souvent aménagés pour récupérer des drainages, ils véhiculent des eaux polluées incapables de se régénérer.

Figure 4 : Chenalisation brute d'un cours d'eau. La destruction de la végétation typique des berges permet la croissance d'espèces invasives comme la renouée du Japon.

Malheureusement, (et indépendamment de nouveaux problèmes physiques qui ont surgi à la suite de ces corrections) parce qu'on avait totalement éclipsé les aspects écologiques, les cours d'eau corrigés se sont tellement appauvris biologiquement que beaucoup d'entre eux peuvent être qualifiés de morts.

Les composantes de la dynamique alluviale telles que les bancs d'alluvions, la diversité structurelle et morphologique, la végétation,... ont été parfois complètement anéanties, ne permettant plus au cours d'eau de s'autoréguler face à la température, à l'oxygène, aux pollutions. La mort a remplacé la vie, même si l'on peut considérer que d'un point de vue strictement hydraulique, tout n'est pas si mauvais.
Pour essayer d'améliorer l'ordinaire, des ingénieurs, accompagnés parfois de « pêcheurs » éclairés, ont tenté de diversifier les lits en pensant que les poissons y trouveraient de meilleures conditions de vie (figure 5).
Plus tard, on a remplacé le béton par des blocs disjoints en pensant, là aussi, que tout était résolu car il y avait ainsi de nombreuses caches à poissons (figure 6).

Figure 5 : Lit en béton et en pierre dans lequel des blocs de pierres ont été placés pour permettre la circulation des poissons (!)

Figure 6 : Destruction d'un lit naturel au profit d'enrochements monstrueux. Essayer de recréer un cours d'eau naturel à partir de cela est impossible sans tout enlever et tout refaire

Les corrections de berge coûtant souvent assez cher, chacun essaie, finalement, de protéger sa berge comme il peut et avec ses moyens (figure 7).

Quelque soit le style utilisé, on se rend compte que les corrections ont conduit à des simplifications extrêmes de la morphologie, à la destruction d'une végétation typique de cours d'eau qui comprenaient des espèces bien adaptées et utiles, à la destruction quasi-totale d'habitats faunistiques,... Toute cette problématique a été bien mise en évidence par Malavoi *et al.* (1991), Piegay *et al.* (2003) et Wasson *et al.* (1995).

Il convient donc de trouver d'autres techniques et aussi de stimuler d'autres réflexions.
Existe-t-il des méthodes d'intervention et de gestion plus respectueuses du cours d'eau ?

Figure 7 : Style particulier de protection contre l'érosion (carcasses de voitures).

2. Le Génie végétal

Dans le Jura suisse, lors de fouilles archéologiques en relation avec la construction d'une autoroute, il fut mis en évidence, non loin d'un cours d'eau, la présence d'anciens tressages en bois, bien conservés dans des limons argileux (figure 8).

Même si l'ouvrage, selon les archéologues, se retrouve associé à une zone d'amarrage, cela prouve que l'utilisation de techniques végétales est ancienne et que le génie végétal a bien une histoire. Preuve en est également la phrase suivante : *«Les racines des saules empêchent l'effondrement des talus des canaux et les branches de saules, qui sont placées transversalement sur la berge et ensuite coupées, deviennent chaque année plus denses, et ainsi Tu obtiens une berge vivante d'un seul tenant».* Ce texte de Léonard de Vinci montre à quel point l'observation de la nature était importante pour en tirer profit judicieusement et intelligemment.

Figure 8 : Tressage du VIIe siècle, découvert lors de fouilles archéologiques.
(© BIOTEC)

Plus tard, le roi de Prusse Friedrich Wilhelm l'écrivit en 1735 : *«Là où il y a des fossés, il faut planter des saules des deux côtés de façon à rendre plus résistantes les berges».*

En fait, de par le passé, beaucoup de publications ont paru sur le sujet (tableau 1).

Jusqu'au début du 20e siècle, il y eut beaucoup d'applications avec des végétaux que ce soit en techniques pures ou mixtes (avec des consolidations minérales). On retrouve beaucoup de traces et des schémas pour les torrents de montagne et les cours d'eau navigués.

Tableau 1 : Quelques exemples historiques d'auteurs traitant de l'utilisation de techniques végétales. Ce sont surtout les pays germanophones qui excellaient dans ce domaine.
Evette *et al.* (in press) ; Lachat (1999), Schlüter (1984)

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

Puis, les diverses périodes de crises et de guerres ont conduit vers d'autres directions :

- autres soucis => travaux d'occupation de chômeurs => grands travaux d'aménagement de cours d'eau : correction, drainages, (conquête agricole, ...) ;
- volonté de montrer une certaine puissance => développement de la mécanisation, nouvelles machines,...

Après les guerres, on observe les phénomènes suivants :

- la continuation des procédés lourds de construction ;
- la diminution voire la disparition du génie végétal ;
- un excès de technologie lourde au détriment d'un certain respect de la nature et du paysage.

Malgré un ralentissement certain, le génie végétal est cependant resté au contact de cette évolution et a même bénéficié des acquis en mécanisation (Lachat, 1994). Si on relit la littérature historique, on s'aperçoit assez vite que le génie végétal était parfois fort mal utilisé (tout comme aujourd'hui d'ailleurs !). Mauvaises espèces proposées, mauvaises analyses des paramètres du milieu et mise en place inadéquates sont les «erreurs» que l'on constate le plus fréquemment (Adam *et al.,* 1997 ; Lachat *et al.,* 1999).

Actuellement, le génie végétal s'avère beaucoup plus performant qu'au XIXe et qu'au début du XXe siècle. En effet, parmi les grandes avancées et les acquis les plus forts on peut citer :

- utilisation d'un machinisme moderne performant (tronçonneuse, pelle hydraulique, battage mécanique des pieux,...) ;
- nouveaux produits intéressants comme les géotextiles dégradables (remplacent les racines non encore développées) ;
- connaissances récentes et approfondies en sciences (physiologie végétale, besoins écologiques, sociologie des plantes, ...).

On peut définir le génie végétal de la manière suivante (Lachat, 1994) :

Concevoir et mettre en œuvre des ouvrages de stabilisation de talus, de berges et de rives, avec des techniques qui allient les principes de l'écologie et du génie en utilisant des végétaux vivants comme matériau de base pour confectionner des armatures végétales.

Si l'un des objectifs du génie végétal consiste à résoudre des problèmes techniques de stabilisation et de protection des sols contre l'érosion, ce qui le différencie des autres «génies» c'est qu'il maintient, améliore ou recrée des fonctions écologiques naturelles (Lachat, 1991 ; Lachat *et al.* 1999). En tout cas il le devrait !

Ainsi, il ne faut pas confondre le génie végétal avec le génie «bizeness» qui met en oeuvre des marques déposées ou des systèmes brevetés, généralement très coûteux et très simplificateurs, en donnant plein d'illusions aux maîtres d'ouvrages (figures 9, 10 et 11).

Figure 9 : Quelle réalité écologique et paysagère procurent les systèmes brevetés ?

Figure 10 : Tirée d'une plaquette d'annonce d'un grand congrès sur le génie végétal, on découvre quelques illustrations confuses telles que des gabions remplis de cailloux avec, en prime, quelques boutures insérées dedans ! Le végétal n'a aucune chance de survie et il n'est utilisé que comme décoration de systèmes lourds et stériles pour faire croire que l'ouvrage est vivant.

Figure 11 : Extrait de la même plaquette, on trouve une publicité pour la plante miracle. Au final : une seule espèce présente sur le site, structure homogène et pas de diversité. Ces aménagements, purement techniques et mercantiles, ressemblent à des cultures intensives de nos régions avec la même pauvreté en terme d'habitats et de biodiversité.

Sur des aménagements, se prévalant d'utiliser les techniques issues du génie végétal et pour lesquels il y a eu de la réflexion, on peut trouver des résultats surprenants qui s'apparentent plus à ce que l'on pourrait appeler du «verdouillage» plutôt que du génie végétal (figures 12 et 13).

Figure 12 : Très mauvaise application des principes du génie végétal. On est très éloigné des modèles naturels

Figure 13 : L'excès de baguettes de saule conduit à des ouvrages ridicules et inutiles en milieux naturels

Le génie végétal n'est donc, malheureusement, pas toujours du génie végétal (surtout dans l'utilisation des systèmes brevetés et dans la mise en place de techniques jardinées) !

Les constats sur les systèmes brevetés et les techniques du jardinage sont les suivants (Lachat, 2005a) :

- ils sont souvent très éloignés des modèles naturels ;
- les arguments écologiques vantés dans la publicité sont inexistants, même plusieurs décennies après ;
- ils sont caractérisés par des absences de diversité structurelle (mosaïques, strates, hétérogénéité des substrats, morphologie), de biodiversité et de dynamique évolutive du vivant ;
- les gains écologiques et paysagers sont très médiocres à nuls ;
- le rapport coût/bénéfice est disproportionné, en comparaison avec des aménagements de base du génie végétal.

Pourtant, le génie végétal n'est pas si difficile à réaliser, pas plus que le génie civil. Il faut bien maîtriser les paramètres du milieu récepteur et les végétaux (Lachat, 2004). Les figures 14 et suivantes présentent quelques exemples issus de la bonne pratique du génie végétal.

Vallon Rossignol à Grasse (France)

Figure 14 : Vue d'un glissement avant les travaux, avec affleurements de gypse (printemps 1998)

Figure 15 : Débroussaillage et nettoyage du site avant travaux. On distingue une incision importante du lit (17.02.99)

Figure 16 : Détail du lit nettoyé montrant les effets de l'érosion et de la dégradation des terrasses et des murs. Le torrent manque souvent d'eau et les crues sont aussi subites que très violentes (1999)

Figure 17 : Les barrages en bois ont été construits. Dans la mesure du possible, ils s'encastrent dans et entre des murs existants de manière à consolider les talus et relever le lit au maximum (24.03.99)

Figure 18 : Vue côté amont des barrages-bois en fin de chantier. Le lit a été relevé et les rives sont mieux stabilisées de même que les murs liés aux maisons (mars 1999)

Figure 19 : Pour consolider certains talus du vallon risquant de bouger avec l'eau, des lits de plants et plançons ont été confectionnés, doublés avec des géotextiles biodégradables. On notera la pente très raide des talus traités, malgré tout, en techniques végétales pures (14.04.99)

Figure 20 : Vue d'ensemble du chantier montrant le mode opératoire et les processus de construction avec les machines (14.04.99)

Figure 21 : Les techniques végétales commencent à produire leurs effets quelques semaines après la fin des travaux (23.06.99).

Figure 22 : Six mois après les travaux (21.10.99)

Figure 23 : Cinq ans après les travaux, les espèces végétales installées avec le génie végétal ou simplement plantées confèrent une ambiance paysagère naturelle avec des habitats et des structures diversifiées (09.06.04)

La Birse à Soyhières (Suisse)

Figure 24 : Diverses raisons liées à la sécurité routière et face aux inondations ont nécessité le déplacement de ce cours d'eau dont on voit ici les premiers terrassements (mars 1984)

Figure 25 : Les terrassements du nouveau tracé sont terminés. La protection contre l'érosion s'est faite avant tout avec la mise en place de différents géotextiles et des espèces herbacées (septembre 1984)

Figure 26 : Développement de la végétation. La berge droite a été plantée d'espèces indigènes devant jouer un rôle paysager de cicatrisation de la forêt, tout en stabilisant la berge. La rive gauche a été traitée avec des techniques végétales simples (herbacées) et deux petits massifs de buissons aux endroits critiques. La pente des berges a été variée pour diversifier la morphologie et laisser s'installer une dynamique de colonisation végétale (1988)

Figure 27 : 9 ans après les travaux (1993). Cette image montre un des critères de réussite du génie végétal : quelques années après, on ne voit plus qu'il y a eu intervention

Figure 28 : 23 ans après (2007). Malgré un spectaculaire développement de la végétation, aucun entretien n'a été nécessaire et il est fort probable qu'il n'y en ait jamais

La Loire à Brives-Charensac (France)

Figure 29 : La Loire en cours d'élargissement, peu de temps après la crue de 1996 (janvier 1997)

Figure 30 : Vue de l'aménagement mixte réalisé avec des épis déflecteurs en enrochements, des lits de plançons en pied de berge, des plantations, des ensemencements et des géotextiles biodégradables. Les épis servent à soulager le pied de la berge des forts courants. Ceci permet des dépôts de matériaux fins dans lesquels s'installent les racines issues des techniques végétales (avril 1998)

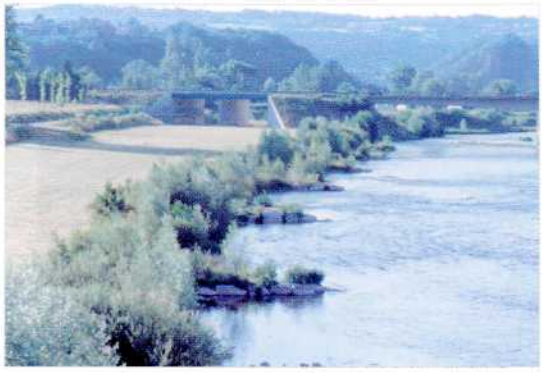

Figure 31 : Vue du même site quatre ans après les travaux. Les épis en déflecteurs (recentrage du courant) évitent à des dépôts d'alluvions de se créer trop près des berges, ce qui aurait pour effet d'augmenter les contraintes de cisaillement du courant contre la berge (juillet 2002)

Figure 32 : Vue du site neuf ans après les travaux (août 2007)

Les principes fondamentaux pour un génie végétal «authentique» sont donc les suivants :

- c'est le **végétal vivant** qui stabilise, consolide et protège les sols. On peut aider avec des ouvrages hydrauliques transversaux, des géotextiles... (le végétal n'est pas de la cosmétique ou de la décoration d'ouvrages minéraux) ;
- il faut essayer de **favoriser la recolonisation spontanée** et/ou **l'implantation de végétaux autochtones.** L'évolution naturelle normale doit être favorisée tout comme le développement des successions végétales. Une attention particulière doit être portée sur les espèces invasives ;
- la conception des ouvrages doit être basée sur la **compréhension des phénomènes et les modèles naturels observables sur le terrain.** Tout est écrit sur place. Il suffit de savoir déchiffrer la « partition » ! La biologie doit se marier à la physique, le vivant à l'inerte ;
- les objectifs, même s'ils sont avant tout **techniques,** doivent aussi porter sur d'autres aspects essentiels : la **qualité biologique** et la **diversité de la flore et de la faune.**

3. Les «Décorrections»

Le génie végétal a fait prendre conscience que la «correction traditionnelle», la chenalisation, n'était pas toujours la solution idéale. Il a permis d'abord une remise en cause des techniques d'intervention. Mais il a permis de se poser les bonnes questions sur les cours d'eau avec une vision beaucoup plus environnementale et aussi de montrer qu'on pouvait intervenir avec beaucoup de **respect** (Frossard ef *al.,* 1998 ; Lachat, 2005c ; Piegay ef a/., 1996).

Ensuite, un autre problème est venu se greffer sur la réflexion amorcée. En Suisse, par exemple, mais c'est aussi le cas dans d'autres pays, l'Etat constate que, depuis des décennies, il dépense des milliards pour la correction des cours d'eau (figure 33). Dans le même temps, il constate qu'il dépense aussi des milliards pour les dommages liés aux crues et aux inondations. A quoi servent donc les corrections ?

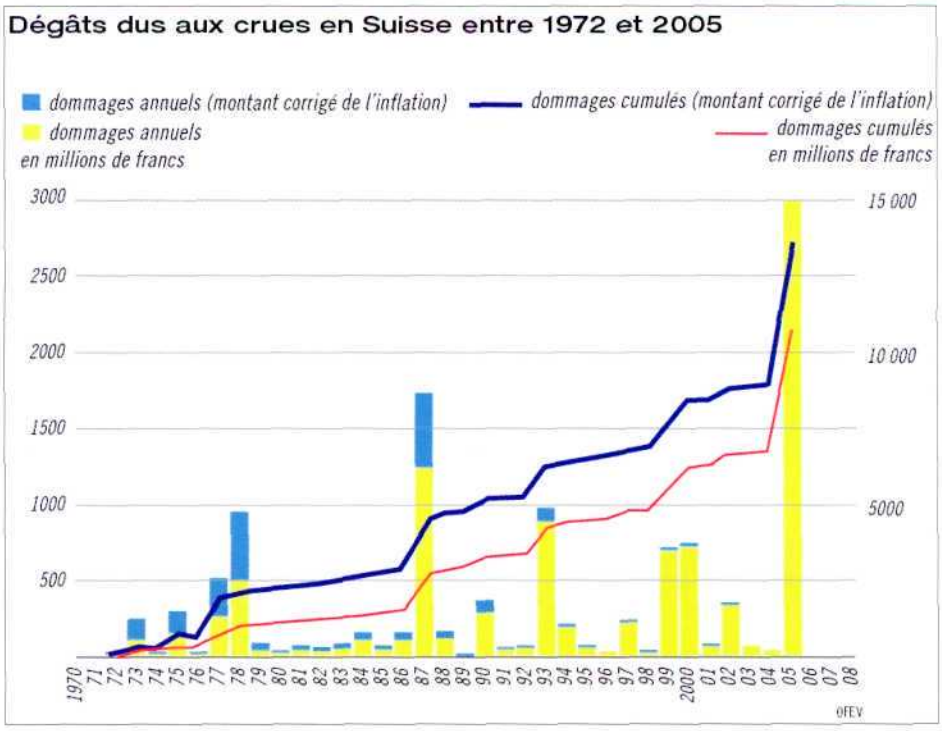

Figure 33 : Diagramme de l'évolution des dépenses en Suisse concernant les dommages dus aux crues (OFEV)

Tout ceci a débouché sur un renoncement aux interventions musclées au profit de «décorrection». Le mouvement pendulaire s'inverse. L'Etat a publié un abaque (figure 34) sous forme de recommandations destinées à donner plus d'espace aux petits et moyens cours d'eau.

Ainsi, actuellement, il y a une véritable volonté de redonner plus d'espace au cours d'eau, notamment en démontant les «corrections» du passé. Cette volonté est présente dans beaucoup de pays, heureusement, et le vocabulaire ne manque pas pour effectuer ces tâches : restauration, revitalisation, reméandrage, renaturation, reconstruction, réhabilitation....

Beaucoup de cas existent en Suisse et tous ont donné jusqu'ici les résultats escomptés face à la sécurité (Frossard ef *al.,* 1998).

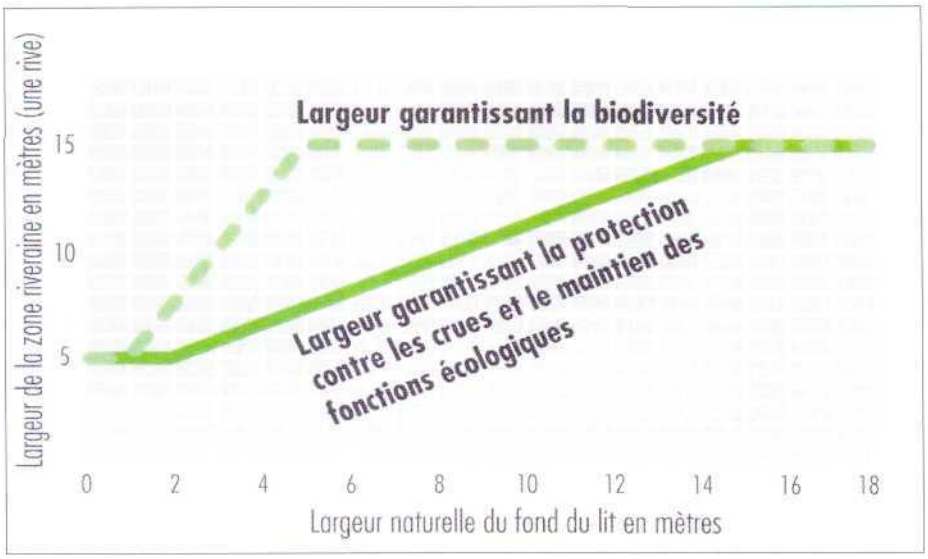

Figure 34 : La courbe en trait plein stipule une largeur de bande riveraine (sur une berge) garantissant la protection contre les crues et le maintien de fonctions écologiques du cours d'eau. Cette courbe est variable selon la largeur du lit. La courbe en traitillé permet, en plus, de garantir une meilleure biodiversité (OFEV, 2000)

A titre d'exemple, voici quelques cas :

La Cornoline à Cornol (Suisse)

Figure 35 : Etat de la Cornoline, avant travaux, avec pied de berge et seuils en béton, tracé rectiligne et végétation très peu diversifiée (14/02/00)

Figure 36 : Etat à la fin des terrassements avec la création de berges en pente douce et variées, ainsi que la création d'îlots. Sur les petits cours d'eau, on peut travailler dans cet espace restreint avec tout de même de bons résultats (27/09/01)

Figure 37 : Etat du lit une année après (2002)

L'Aire à Genève (Suisse)

Figure 38 : De graves problèmes d'inondation existent sur l'Aire corrigée (voir aussi figures 1 et 3)

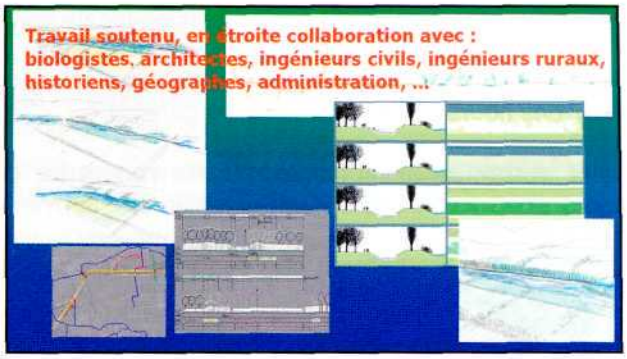

Figure 39 : La collaboration étroite entre différents corps de métier est indispensable. Des réflexions de spécialistes mises en commun débouchent sur des projets forts

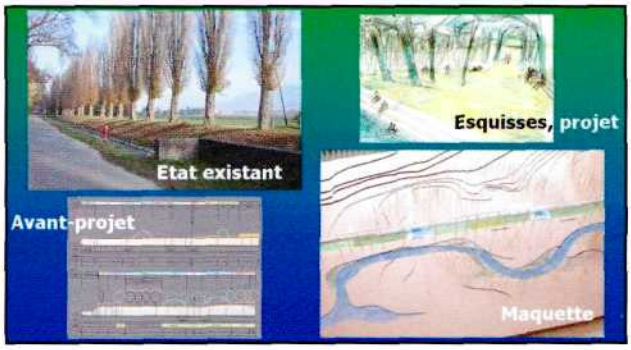

Figure 40 : L'analyse de l'état existant suivi d'esquisses de projet par les architectes, débouche sur un avant-projet et des maquettes permettant de montrer aux riverains et à la population à quoi ressemblera concrètement la revitalisation

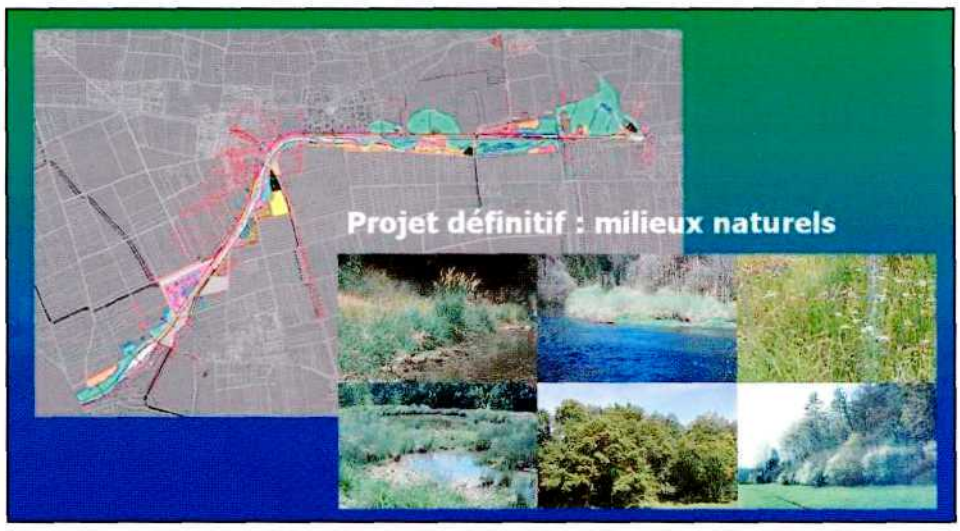

Figure 41 : Un exemple de projet définitif pour les milieux naturels.
Il montre quels milieux seront créés ou ceux qui sont attendus par une recolonisation naturelle.
Ces milieux ont été définis en fonction d'espèces cibles

4. Conclusions

Dans tout projet d'aménagement, il doit y avoir une logique d'intervention. Celle-ci a déjà été exprimée à de nombreuses reprises (Lachat, 2004). La variante 0, c'est-à-dire la non-intervention, doit d'abord être privilégiée sauf s'il y a une volonté de décorriger un état existant non satisfaisant.

Puis il faut passer en revue toutes les autres possibilités des plus douces au plus fortes. Les moyens de génie civil n'interviennent qu'en dernier recours, quand toutes les autres solutions ont dû être écartées.
Il faut aussi des connaissances et des compétences tant chez le concepteur que chez l'entreprise qui réalise les travaux. Mais par-dessus tout, c'est la motivation qui prime.

Un état d'esprit collectif qui voit l'intérêt général avant celui du particulier et une volonté politique avec une vision globale claire plutôt qu'une version locale sont essentiels.

Finalement, il faut se doter d'une législation qui permette de remettre de l'ordre dans le respect que l'on doit avoir des cours d'eau et de l'eau en général.

Ainsi, verra-t-on bientôt une nouvelle **rencontre de territoires,** comme cette vue d'une revitalisation de cours d'eau en Suisse où une extension de la rivière (annexe hydraulique) a été aménagée dans un champ de maïs (figure 42).
L'avenir c'est assurément ça : redonner de l'espace au cours d'eau, au détriment d'activités humaines à repenser.

Figure 42 : Une nouvelle rencontre de territoires (nouveau lit tracé dans un ancien champ de maïs).

5. Bibliographie

ADAM P., FROSSARD P.A. & LACHAT B. 1997. La référence aux modèles naturels pour l'aménagement des cours d'eau. Ingénieries. Eau - agriculture - territoires. *Numéro spécial Rivières et paysages. Cemagref,* Dicova, Antony : 119-122.

EVETTE A., In press. Historique du génie biologique sur les cours d'eau.

FROSSARD P.A., LACHAT B. & PALTRINIERI L, 1998. Davantage d'espace pour nos cours d'eau. Pour l'homme et la nature. Contributions à la protection de la nature en Suisse. *Pro Natura,* Bâle. n°20. 48 p.

LACHAT B., 1991. Hydroécologie et génie biologique. Les fondements de l'aménagement des cours d'eau. *In Ingénieurs et architectes suisses. SIA Société suisse des Ingénieurs et Architectes.* 24 : 503-510.

LACHAT B., 1994. Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales (en collaboration avec Ph. Adam, P.-A. Frossard, R. Marcaud). Ministère de l'Environnement. Paris. DIREN Rhône-Alpes. 143 p.

LACHAT B., 1999. Quelques souvenirs historiques et perspectives d'avenir du génie biologique en Suisse romande et en francophonie - Erinnerungen und Zukunftsperspektiven der Ingenieurbiologie in der französischen Schweiz und den französischsprachigen Ländern. *In Génie biologique,* bulletin n°4 : 7-14.

LACHAT B., 2004. Aspects biologiques et techniques des projets d'aménagement. *Revue horticole suisse,* vol. 77, n°5/6 : 142-145.

LACHAT B., 2005a. Le génie biologique est-il toujours du génie biologique ? *In Génie biologique,* bulletin n° 3+4, septembre : 51-55.

LACHAT B., 2005b. Revitalisation des cours d'eau : Mode ou nécessité ? FSP *Fonds Suisse pour le paysage.* Bulletin n° 22, 04.05 : 4-9.

LACHAT B. 2005c. «Décorriger» les cours d'eau : une option difficile mais incontournable, *in Défis, ADIJ Association de développement et d'initiative dans l'Arc jurassien,* n°12, 12.05 : 12-15.

LACHAT B., PIEGAY H. & PETIT C, 1999. Protection des berges de cours d'eau. De la bonne utilisation des techniques végétales. Forêt-entreprise. *IDF Institut pour le développement forestier.* Paris. 126 :41-45.

MALAVOI J.-R., WASSON J.-G. & SOUCHON Y., 1991. Approche typologique de l'impact des aménagements de rivière sur les habitats piscicoles en vue de l'application de l'article L 232-3 du code rural. C.I.P.E.A., CEMAGREF. 53 p.

OFEV. 2000. Réserver de l'espace pour les cours d'eau. *Plaquette. Office fédéral de l'environnement.*

PIEGAY H., BARGE O., BRAVARD J.-P., LANDON N. & PIERY J.-L, 1996. Comment délimiter l'Espace de liberté des rivières ? In *L'Eau, l'Homme et la Nature. 24èmes journées de l'Hydraulique. Congrès de la SHF du 18-20.9.96. Paris.*

PIEGAY H., PAUTOU G. & RUFFINONI C, 2003. Les forêts riveraines des cours d'eau. Ecologie, fonctions et gestion. *IDF Institut pour le développement forestier. Paris.* 464 p.

SCHLÙTER U., 1984. Zur Geschichte der Ingenieurbiologie. Landschaft + Stadt 16, (1/2) : 2-10.

WASSON J.-G., MALAVOI J.-R., MARIDET L. SOUCHON Y. & PAULIN L., 1995. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. CEMAGREF Groupement de Lyon, EPTEAU, Ministère de l'Environnement. Paris. 168 p.