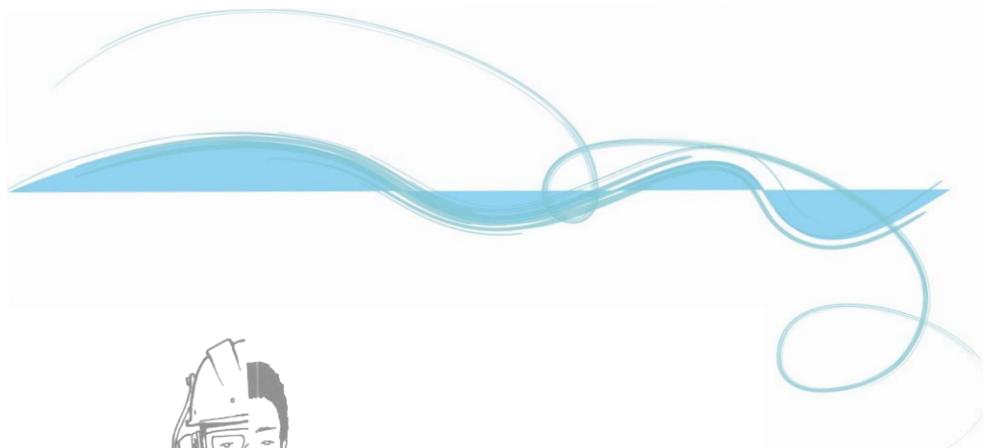


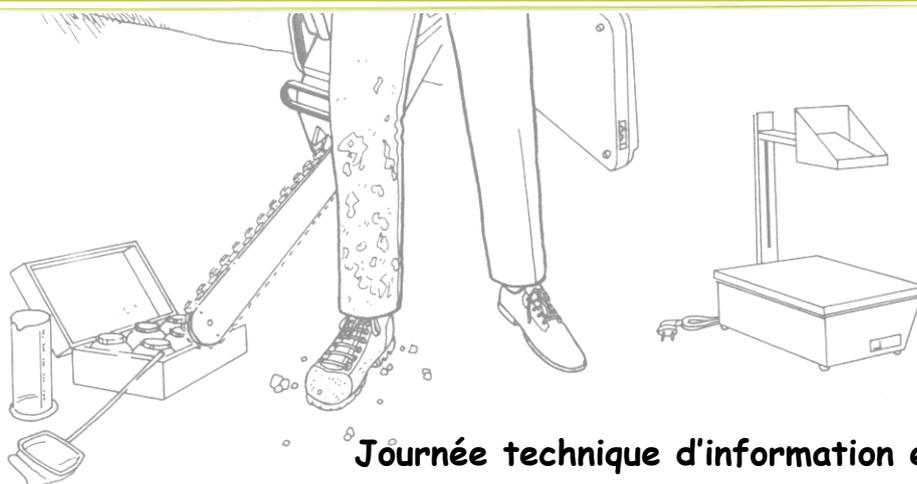


Association Rivière
Rhône Alpes



TECHNIQUES DE GÉNIE VÉGÉTAL : BILAN ET PERSPECTIVES

ACTES DES JOURNÉES TECHNIQUES



Journée technique d'information et d'échanges

Jeudi 9 octobre 2008 - Moras en Valloire (26)

Mardi 4 novembre 2008 - Contamine sur Arve (74)

Avec le soutien de :

Rhône-Alpes Région



établissement public du ministère
de l'écologie, du développement
et de l'aménagement durables

À la source de cette journée :

L'Association Rivière Rhône Alpes (ARRA) organise régulièrement des journées d'information et d'échanges d'expériences autour de la gestion concertée des milieux aquatiques. Pour répondre à la demande de ses membres, l'ARRA a organisé deux journées techniques sur le thème des techniques de génie végétal appliquées à la gestion des milieux aquatiques. Ces journées ont rassemblé 100 participants.

Contexte :

La maîtrise de l'érosion constitue un défi majeur en terme de sauvegarde des enjeux socio-économiques. En réponse à ce défi, les techniques de génie civil se sont largement imposées au 20^e siècle pour la protection des berges et du fond du lit des cours d'eau. Néanmoins, l'usage des techniques de génie végétal se développe progressivement depuis une vingtaine d'années. Les connaissances ainsi que les pratiques développées dès le 17^e siècle ont énormément évolué, grâce notamment à l'utilisation de nouveaux matériaux.

Le recours à ces techniques écologiques constitue une solution particulièrement indiquée pour la restauration des fonctionnalités écologiques des milieux aquatiques. Ce type d'intervention doit intégrer les objectifs de restauration des espaces de liberté des cours d'eau afin de favoriser l'atteinte du bon état écologique et physique des milieux, tout en préservant les intérêts socio-économiques majeurs.

Objectifs :

- ◆ Faire le point sur l'état de l'art, les techniques utilisées, leur mise en œuvre, leur efficacité et leur devenir dans le temps,
- ◆ Fournir des outils concrets de diagnostic et de réflexion, des méthodes de travail et des techniques d'intervention aux gestionnaires de milieux aquatiques pour la mise en place de protection de berges en génie végétal,
- ◆ Sensibiliser les gestionnaires à l'indispensable articulation de ce type de projet avec une approche plus globale de restauration d'un espace de liberté.



SOMMAIRE :

Programme des journées techniques d'information et d'échanges p. 4

Les techniques de génie végétal : histoire ancienne et savoir-faire

Le génie végétal : historique et évolution des techniques appliquées aux cours d'eau p.7

André EVETTE (CEMAGREF de Grenoble)

Concepts de base, intérêts et limites du génie végétal p.13

Philippe ADAM (BIOTEC)



Les retours d'expériences :

Caissons végétalisés et fascines en gestion dynamique - Visite de terrain p.19

Philippe CAILLEBOTTE (Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme, 26)

Richard CARRET (Communauté de Communes Rhône Valloire, 26)

Fascines, tresses et peignes sans aucune gestion - Visite de terrain p.25

Philippe CAILLEBOTTE (Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme, 26)

Jean-Paul THIVOLLE et Bernard SILVAIN (Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure, 26)

Techniques mixtes originales et suivi post-travaux - Visite de terrain p.31

Franck BAZ (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords, 74)

Éric CHAMPALBERT - CHAMPALBERT Expertise

Utilisation de techniques mixtes et de génie végétal pur en rivière dynamique - Visite de terrain p.34

Anne Lise AUZAN (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords, 74)

Philippe ADAM - BIOTEC

Liste des participants p.36



PROGRAMME

09:00 Accueil des participants

09:30 Le génie végétal : historique et évolution des techniques appliquées aux cours d'eau :

André EVETTE - CEMAGREF de Grenoble

Les différentes techniques utilisées au cours des siècles et les dernières évolutions. Présentation des travaux en cours au CEMAGREF : évolution des capacités de reprise des saules face au changement climatique, adaptation de certaines techniques aux rivières de montagne, ...



10:30 Concepts de base, intérêt et limites du génie végétal :

Philippe ADAM - BIOTEC

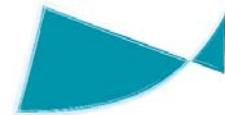
Présentation des concepts de base à prendre en compte pour le diagnostic, la conception et la réalisation d'ouvrages en génie végétal et en techniques mixtes. Présentation des limites des ouvrages de génie végétal en rivière, illustrées par de nombreux exemples (régions, types de cours d'eau, etc.)

12:30 Déjeuner

15:00 Visite de terrain - Retour d'expérience :

Philippe CAILLEBOTTE - Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme (26) & Richard CARRET - Communauté de Communes Rhône Valloire (26)

Visite du chantier école du CFPF réalisé en 2000 par les étudiants en formation : caissons végétalisés et fascines en gestion dynamique.

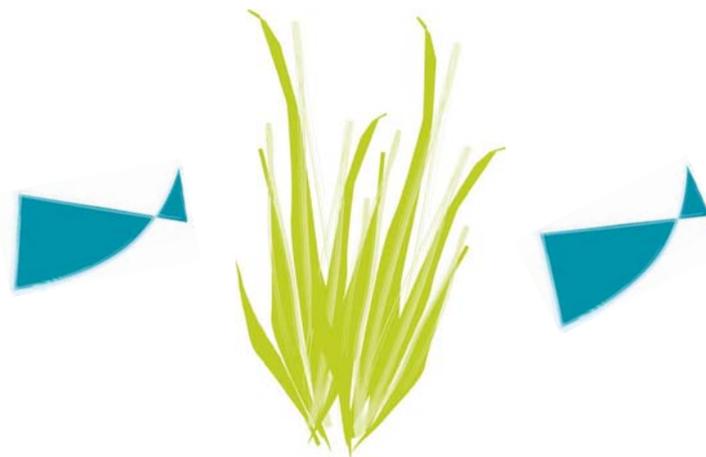


16:15 Visite de terrain - Retour d'expérience :

Philippe CAILLEBOTTE - Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme (26) & Jean-Paul THIVOLLE et Bernard SILVAIN - SIB Galaure (26)

Visite du chantier école du CFPF réalisé en 1995 par les étudiants en formation : fascines, tresses et peignes sans aucune gestion.

17:00 Fin de la journée



PROGRAMME

09:00 Accueil des participants

09:30 Le génie végétal : historique et évolution des techniques appliquées aux cours d'eau :

André EVETTE - CEMAGREF de Grenoble

Les différentes techniques utilisées au cours des siècles et les dernières évolutions. Présentation des travaux en cours au CEMAGREF : évolution des capacités de reprise des saules face au changement climatique, adaptation de certaines techniques aux rivières de montagne, ...



10:30 Concepts de base, intérêt et limites du génie végétal :

Philippe ADAM - BIOTEC

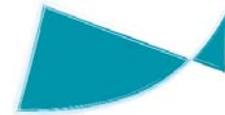
Présentation des concepts de base à prendre en compte pour le diagnostic, la conception et la réalisation d'ouvrages en génie végétal et en techniques mixtes. Présentation des limites des ouvrages de génie végétal en rivière, illustrées par de nombreux exemples (régions, types de cours d'eau, etc.)

12:30 Déjeuner

15:00 Visite de terrain - Retour d'expérience :

Franck BAZ - SM3A (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords) & Éric CHAMPALBERT - CHAMPALBERT Expertise

Visite d'un chantier réalisé en 2002 au droit d'un seuil à Scientrier (74) : utilisation de techniques mixtes originales et présentation des différents problèmes rencontrés suite aux travaux (crues, sécheresse, vandalisme).

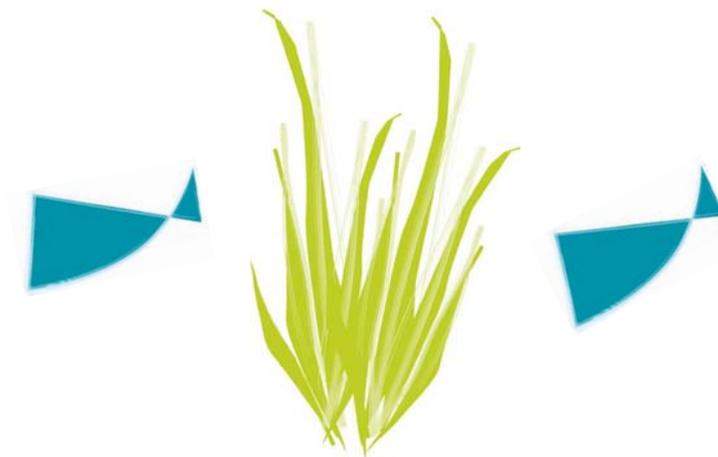


16:15 Visite de terrain - Retour d'expérience :

Anne Lise AUZAN - SM3A (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords) & Philippe ADAM - BIOTEC

Visite d'un chantier réalisé en 2005 à Cluses (74) : utilisation des techniques mixtes et du génie végétal pur en rivière dynamique.

17:00 Fin de la journée



REMERCIEMENTS :

L'Association Rivière Rhône Alpes souhaite remercier l'ensemble des personnes qui se sont investies bénévolement dans le montage et l'organisation de cette journée :

Philippe ADAM - BIOTEC

Marie-Alix ALLEMAND - Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure (26)

Anne-Lise AUZAN - Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (74)

Franck BAZ - Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (74)

Philippe CAILLEBOTTE - Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme (26)

Richard CARRET - Communauté de Communes Rhône-Valloire (26)

Éric CHAMPALBERT - CHAMPALBERT Expertise

André EVETTE - CEMAGREF de Grenoble

Bernard SILVAIN - Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure (26)

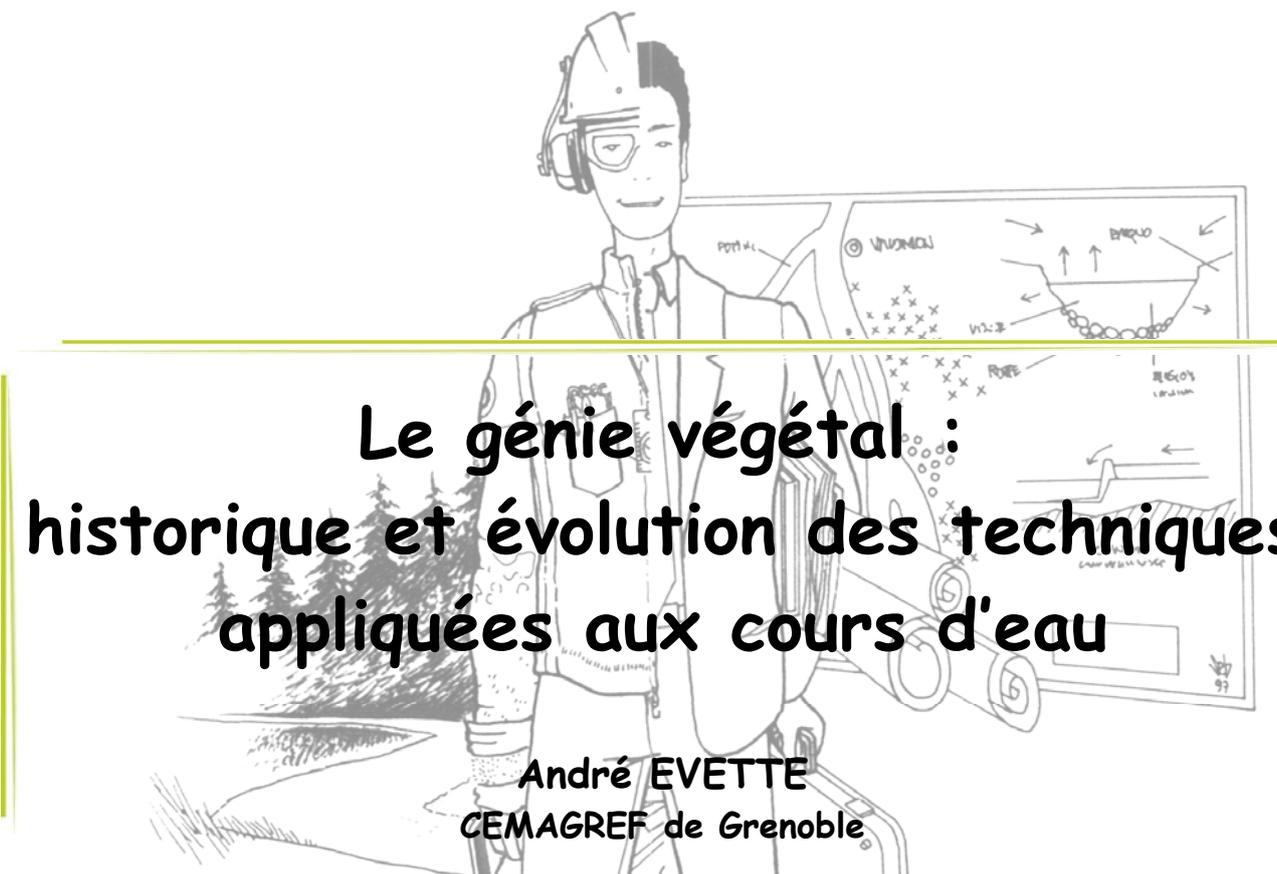
Jean-Paul THIVOLLE - Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure (26) - Élu

Ainsi que l'ensemble des participants (liste en fin de document).

Les recommandations, partages et capitalisations des connaissances et des expériences au sein de l'ARRA, sont à considérer avec discernement, au cas par cas, en fonction des projets, de leur ambition et du contexte local.

Continuez à alimenter les échanges par des informations, exemples et retours d'expériences sur le forum ou par l'intermédiaire des pêches aux cas pratiques du réseau d'acteurs pour la gestion globale des milieux aquatiques et de l'eau.

Le débat reste ouvert !



Le génie végétal : historique et évolution des techniques appliquées aux cours d'eau

André EVETTE
CEMAGREF de Grenoble



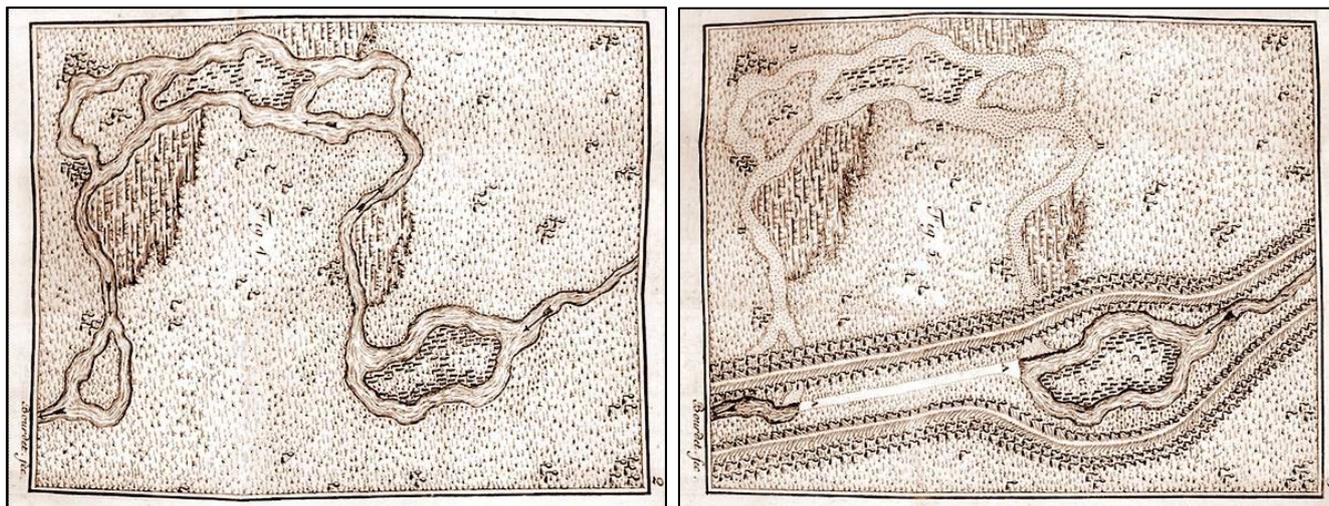
Les végétaux vivants sont utilisés depuis plusieurs siècles pour lutter contre l'érosion des berges, rectifier les cours d'eau ou encore lutter contre les effets dévastateurs des crues torrentielles. Connaître l'historique de ces usages, des différentes techniques et de leurs effets permet d'en redécouvrir certaines et de faciliter la maîtrise des techniques de génie végétal.

Alors que celles-ci ont connu un net regain d'intérêt au cours des années 1980 en France, le 19^e siècle peut être considéré comme l'âge d'or du génie végétal. Utilisé à l'époque pour protéger les versants de l'érosion dans le cadre de la restauration des terrains de montagne (RTM), le reboisement des versants a alors été combiné à des ouvrages de protection de berges et de stabilisation du fond du lit des torrents. Néanmoins, les techniques de génie végétal sont utilisées depuis plus de 2 000 ans, de manière variable selon les régions, les contextes et les nécessités économiques et sociales de l'époque. On retrouve des preuves de leur utilisation dès le 1^{er} siècle avant JC, sur le Fleuve Jaune (*Huáng Hé*) en Chine, avec la réalisation de fascines de saules.

L'un des atouts des techniques de génie végétal réside dans l'accroissement de leur efficacité dans le temps. Les végétaux composant les ouvrages se développent en effet progressivement afin de créer un réseau racinaire dense qui donne une grande solidité aux aménagements. Les techniques sont multiples et variées, tout comme leurs usages. Elles peuvent être utilisées seules ou combinées entre elles et associent le plus souvent différentes espèces végétales, selon les objectifs et les besoins.

Les techniques de protection de berges :

Les techniques de protection de berges sont très variées. Parmi les principales techniques, les fascines sont très largement utilisées. Elles peuvent être disposées de différentes manières dans le lit ou sur la berge et utilisées comme barrage, épi ou protection. Composées de fagots de saules attachés à des piquets ou des pieux en bois, elles furent notamment utilisées pour la rectification de cours d'eau comme sur l'exemple ci-dessous (*Bourdet, 1773, cité par Labonne et al., 2007*).



Dans le même esprit, les clayonnages sont également très utilisés, sous différentes formes, notamment par les services de Restauration des Terrains de Montagne (RTM). Composés de piquets en saule ou en robinier de 2 à 4 cm de diamètre reliés entre eux par des branches de saule entrelacées, ils peuvent aussi être montés en forme de croisillons.

La bibliographie montre également l'utilisation d'autres techniques de protection de berges telle que les « Saucissons ». Il s'agit d'ouvrages d'un diamètre de 1 m à 1,20 m, constitués de terre et

de pierres ou de sable enveloppés de branchages. Ils sont resserrés tous les mètres grâce à un fil de fer et peuvent être multipliés et superposés.

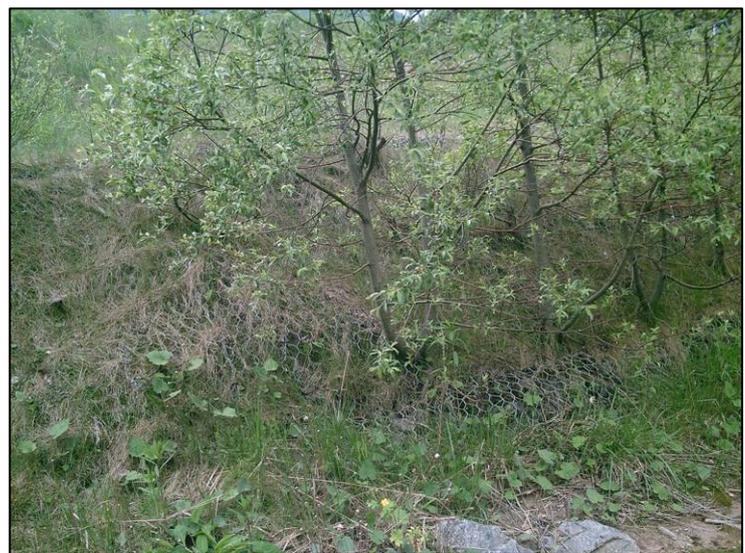
Ces techniques peuvent être combinées entre elles, comme pour la réalisation d'épis en fascines et clayons ou avec le génie civil. On retrouve en effet des exemples de protections de berges mêlant enrochements, saucissons et clayonnages.

Les techniques de stabilisation du fond du lit :

Dans ce domaine, les techniques sont également multiples et variées. Du barrage en caisson végétalisé aux techniques combinées, en passant par le barrage en clayonnage, le génie végétal offre de nombreuses possibilités et répond à des besoins forts, même en milieu torrentiel, à l'exemple des ouvrages RTM du 19^e siècle. Les techniques utilisées dans ce cadre ont parfois fait preuve d'une grande efficacité à l'image de cet ouvrage réalisé en fond de lit. Certains barrages en caissons végétalisés réalisés en torrents pouvaient atteindre jusqu'à 10 m de hauteur et 40 m de largeur. Néanmoins, la réalisation d'ouvrages de stabilisation du fond du lit avec des végétaux vivants a montré ses limites. Ces techniques ne sont efficaces que dans des petits ravins, alors qu'ils ne conviennent pas en milieu constamment immergé et subissant un transport solide abondant.

Les techniques d'hier et d'aujourd'hui :

Parmi l'ensemble de ces techniques anciennes, nombreuses sont celles qui sont encore utilisées à l'heure actuelle. Ainsi, le bouturage, le clayonnage, le fascinage ou encore le matelas de saules sont toujours très utilisés. Tandis que de nouvelles techniques ont fait leur apparition, ces techniques anciennes ont évolué en raison de la mécanisation, de l'augmentation du coût de la main d'œuvre et de l'utilisation de nouveaux matériaux tels les géosynthétiques, géotextiles, géogrilles et grillages. Par exemple, les géocellules remplacent aujourd'hui efficacement les techniques de clayonnage en croisillon. Au contraire, certaines techniques, plus complexes et nécessitant beaucoup de main d'œuvre ont disparu (Labonne et al. 2007).



Utilisation de géotextile coco sur berge et enrochement en extrados de méandre (à gauche) ;
Utilisation de géogrille sur berge après reprise de la végétation (à droite) ; Source : Evette, 2008

Les modalités d'entretien, quant à elles, sont restées les mêmes, mais elles sont moins souvent réalisées que par le passé. Il est aujourd'hui rare de voir procéder à des opérations de marcottage¹ ou de bouturage au cours des années suivant les travaux.

L'application aux rivières torrentielles :

Depuis une vingtaine d'années, certaines techniques de protection des berges en génie végétal applicables aux torrents ont été développées, notamment en Italie du Nord.

Un exemple intéressant se trouve sur la rivière Passer (Sud-Tyrol), sur laquelle des couches de branches à rejets ont été disposées en 1992. 15 ans plus tard, le résultat est relativement spectaculaire avec le développement d'une ripisylve fournie et une berge totalement stabilisée par des saules d'un diamètre important. Tandis que les tiges aériennes peuvent être arrachées par les crues, la tige située dans le sol résiste bien et tient la berge.



Exemple de couches de branches à rejets sur la rivière Passer (Sud-Tyrol, Italie).

En haut, en 1992, pendant et suite aux travaux. En bas, en 2007, la végétation est dense et les tiges de saules constituent une solide armature pour la berge (*Evette*).

Autres types d'ouvrages potentiellement applicables aux torrents, les enrochements végétalisés. Intégrer des végétaux à l'enrochement permet en effet d'améliorer la qualité paysagère de l'ouvrage et de lutter contre les espèces invasives. La résistance de l'ouvrage est par ailleurs au moins aussi bonne qu'un enrochement simple. Cette technique est jusque là peu utilisée en France.

De même, les banquettes grillagées sont peu présentes en bordure de cours d'eau en France alors qu'elles sont plus utilisées en Italie où elles ont prouvé leur efficacité grâce à une forte capacité de résistance. Elles présentent l'avantage de ne pas nécessiter d'entretien.

¹ Marcottage : mode de multiplication des végétaux consistant à faire se développer des racines sur des rameaux, puis à détacher le rameau enraciné du pied-mère.

Le tableau ci-dessous récapitule les capacités de résistance mécanique de plusieurs types d'ouvrages en génie végétal et des enrochements, selon les recherches menées dans plusieurs pays sur le sujet. Il apparaît que certaines techniques comme les matelas de saules peuvent être plus résistantes que certains ouvrages de génie civil et que la végétalisation d'enrochements permettrait d'améliorer la qualité environnementale des aménagements.

Technique :	Résistance mécanique τ en N/m ²		
	à la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 ⁽³⁾ - 20 ⁽³⁾	25 - 30 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾ - 100 ⁽²⁾
Boutures	10 ⁽³⁾	60 - 150 ⁽³⁾	7 - 60 ⁽³⁾
Boudin d'hélophytes	10 ⁽³⁾ - 30 ⁽²⁾	20 - 60 ⁽³⁾	50 ⁽³⁾ - 165 ⁽¹⁾
Clayonnage	10 ^(2,3)	10 - 15 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾ - 120 ⁽¹⁾
Fascines	20 ⁽³⁾ - 60 ⁽²⁾	50 ⁽³⁾ - 60 ⁽³⁾	80 ⁽²⁾ - 250 ⁽⁴⁾
Saules		50 - 70 ⁽⁴⁾	100 - 140 ⁽⁴⁾ 800 (20 ans) ⁽⁴⁾
Plantation d'arbres	20 ⁽²⁾		120 ⁽²⁾
Lit de plants et plançons	20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet	50 ^(2,3) - 150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ - 300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) - 450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés	500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements	Végétalisés	100 ⁽³⁾ - 200 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾ - 300 ⁽³⁾
	Nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

(1) Faber, 2004 ; (2) Schiechl and Stern, 1996 ; (3) Terni, 2003 ; tous cités par Frossard & Evette, 2009

Les perspectives de recherches :

Le changement climatique global est susceptible de provoquer d'importantes modifications au niveau de la végétation, notamment du fait de la modification des aires de distribution biogéographique des plantes. Celle-ci devrait provoquer une variation importante des températures maximales et des conditions de sécheresses, traumatisantes pour la végétation. En terme de génie végétal, la sécheresse est un des principaux facteurs d'échec. L'extension de l'aire méditerranéenne vers le nord et à la région Rhône-Alpes pourrait aggraver les sécheresses et leurs conséquences sur la végétation, donc sur les ouvrages de génie végétal.

En conséquence, le CEMAGREF et d'autres laboratoires de recherche travaillent actuellement au recensement et à l'analyse écologique des espèces utilisées en génie végétal et à l'évaluation de leurs capacités de résistance à la sécheresse. Des études sur la biodiversité sont par ailleurs menées sur différents types d'aménagement de berges dans le cadre d'une analyse comparative entre génie civil et génie végétal.

Enfin, au-delà de la création de l'AGEBIO ([Association Française de Génie Biologique](http://www.agebio.org)²), l'Association Rivière Rhône Alpes et le CEMAGREF sont à l'origine d'un ambitieux projet européen de recherche appliquée en génie végétal sur les rivières de montagne. S'il est retenu, ce projet porté par la Région Rhône-Alpes devrait permettre de développer et d'importer des techniques

² Site de l'AGEBIO : www.agebio.org

innovantes en France pour l'application à la protection des berges des rivières alpines comprises entre les hauts bassins versants montagnards et la plaine.

Pour en savoir plus :

- ◆ Evette, A. et al., 2009, *History of bioengineering techniques for erosion control in rivers in Western Europe*, Environmental management, 43(6) : 972-984.
- ◆ Frossard P.A. & Evette, A., 2009, *Le génie végétal pour la lutte contre l'érosion en rivière : une tradition millénaire en constante évolution*, Ingénieries - Eau Agriculture Territoires. Sous presse.
- ◆ Labonne, S., Evette, A., Girel, J. and Rey, F., 2007, *Historique du Génie Biologique sur les cours d'eau*, Ingénieries - Eau Agriculture Territoires, 52 : 37-48.



Concepts de base, intérêt et limites du génie végétal

Philippe ADAM
BIOTEC

L'utilisation des techniques de génie végétal a connu une grande évolution au cours des 20 dernières années. Outil de protection des berges de cours d'eau jusqu'au début du 21^e siècle, les techniques de génie végétal sont aujourd'hui davantage considérées et utilisées comme outils d'aménagement et de restauration des cours d'eau.

Elles présentent en ce sens de nombreux avantages. Au-delà de donner un aspect naturel aux berges, elles permettent de rendre une partie de leurs fonctionnalités naturelles aux cours d'eau. La restauration de milieux aquatiques consiste notamment à recréer une diversité de faciès et d'habitats par la réactivation des processus naturels « érosion / transport / dépôt » sur des rivières impactées par les activités et aménagements anthropiques. Il est ainsi nécessaire de laisser un maximum d'espace de liberté au cours d'eau. En l'absence d'enjeu, il convient alors de ne pas intervenir.

Les intérêts socio-économiques représentent néanmoins des enjeux forts qui nécessitent d'être protégées du processus d'érosion lorsqu'il n'est pas possible de les déplacer. Il est alors préférable de réaliser une protection en génie végétal afin de limiter l'impact de l'aménagement.

Les aménagements divers réalisés au cours du 20^e siècle en bordure de cours d'eau (protection, chenalisation, chemin piétonnier, etc.) ont le plus souvent été réalisés à l'aide des techniques de génie civil. Les impacts de ces aménagements en sont alors démultipliés (blocage de la berge, suppression des échanges nappe / cours d'eau, suppression de la ripisylve, etc.).

Dans l'optique de l'atteinte du bon état des masses d'eaux, objectif fixé par la DCE, il convient ainsi de revenir sur ce type d'aménagements et de s'inspirer des milieux naturels afin de recréer les conditions d'un bon fonctionnement physique du cours d'eau. Il s'agit ainsi de favoriser la répartition de végétation en séries et en mosaïques. L'utilisation des techniques végétales est ainsi particulièrement utile.



Répartition de la végétation en séries (à gauche) et en mosaïques (à droite) ; Source : BIOTEC.

L'aménagement de berges à l'aide de végétaux permet la reconstitution d'une ripisylve dont les fonctions d'écotone³ et de corridor biologique⁴ est fondamentale pour la vie aquatique et la qualité de l'eau. Il s'agit de techniques d'aménagement doux et davantage respectueuses de l'environnement que les traditionnelles techniques de génie civil.

³ **Écotone** : interface très riche en biodiversité entre milieux terrestre et aquatique favorable à de très nombreux organismes vivants (lieu de reproduction, d'abri, source de nourriture, etc.).

⁴ **Corridor biologique** : il s'agit d'une configuration linéaire établissant le lien entre espaces naturels et qui permet le déplacement des espèces animales, malgré des conditions écologiques hostiles des milieux adjacents (urbanisation, grandes cultures, infrastructures routières, etc.). Il peut s'agir d'un bandeau restreint mais il convient tout de même de le conserver coûte que coûte afin de préserver la biodiversité.

La végétation rivulaire modifie la morphologie des cours d'eau en créant une très forte diversité d'habitats, que ce soit par sa répartition en plusieurs strates, espèces ou formes, comme par la création d'embâcles ou la présence de débris par le bois mort qui modifie les flux. La végétation des berges, en procurant de l'ombre au-dessus des eaux, permet également de maintenir une température des eaux fraîche et ainsi de maintenir une concentration en oxygène adéquate pour la vie aquatique. Les formations végétales riveraines participent par ailleurs à l'élimination des pollutions diffuses en jouant le rôle de zone tampon (éloignement physique des cultures par rapport au cours d'eau) et, en temps de crue, en filtrant les éléments fins, souvent très chargés en phosphore. Ceux-ci sont piégés dans les racines et les tiges.

Le génie végétal :

Le génie végétal est une approche basée sur deux composantes fondamentales :

- ◆ l'efficacité des systèmes racinaires, denses et performants (à l'exemple de la figure ci-contre),
- ◆ la souplesse des tiges aériennes et leur densité.

Lors du passage d'une crue, les tiges aériennes sont couchées au sol et participent ainsi à protéger ce dernier de l'érosion. La végétalisation des ouvrages permet par ailleurs d'éviter la recolonisation du terrain par les plantes invasives.

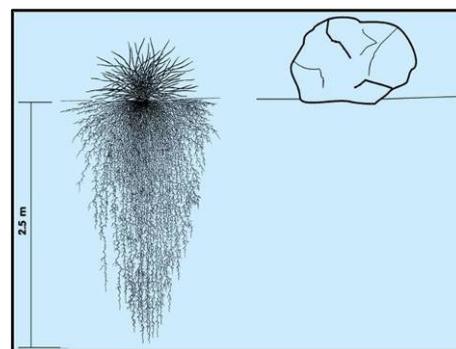


Illustration issue de *BIOTEC*.

Malgré les nombreux avantages que procurent les techniques végétales, il subsiste des facteurs limitants tels que :

- ◆ un milieu trop artificiel,
- ◆ la limite altitudinale de la végétation (environ 1 700 m dans les Alpes),
- ◆ un substrat rocheux (limite l'utilisation de techniques nécessitant le battage de pieux),
- ◆ un régime torrentiel.

Par ailleurs, l'utilisation de ces techniques présente quelques limites :

- ◆ efficacité de stabilisation non optimale dès la mise en place. L'utilisation des nouveaux matériaux tels les géogrilles et géotextiles permet d'améliorer la tenue de l'ouvrage suite au chantier,
- ◆ réalisations souvent exigeantes en main-d'œuvre et peu d'entreprises compétentes à ce jour,
- ◆ entretien parfois accru de la végétation.

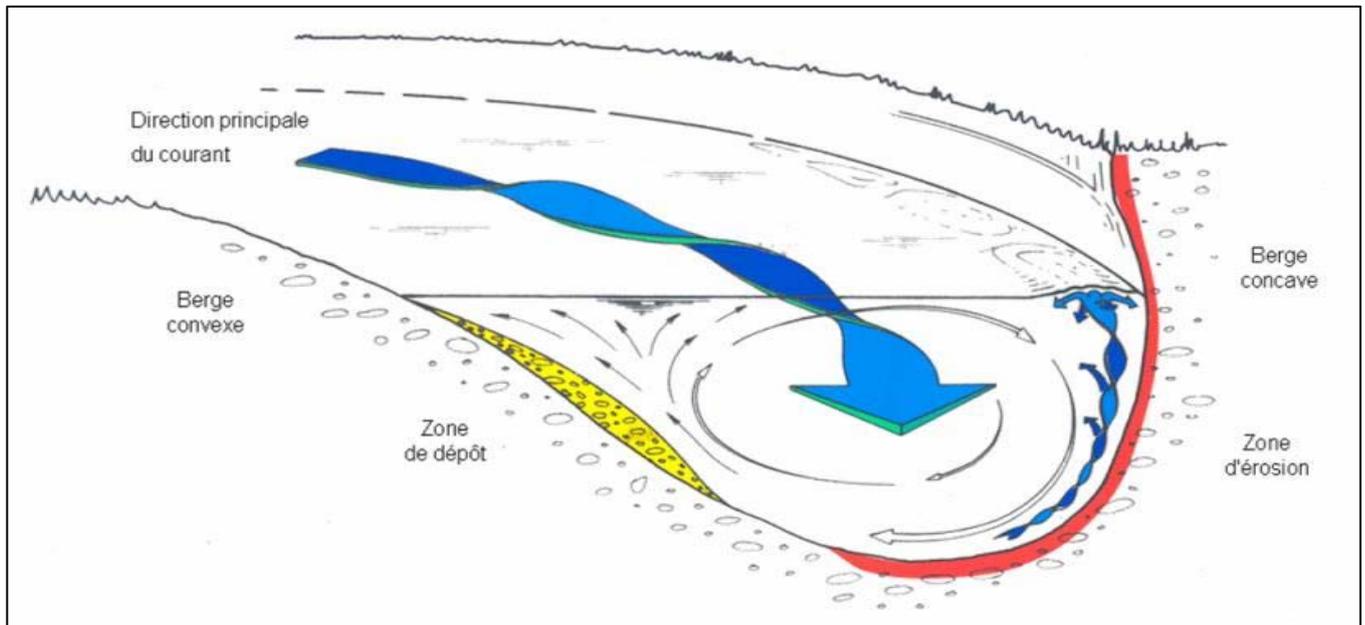
Le traitement logique des érosions en cours d'eau et le dimensionnement :

Avant toute intervention visant à protéger une berge en cours d'eau, il est important de réaliser un diagnostic poussé, amenant à s'interroger autour des points suivants :

- ◆ *Faut-il réellement intervenir ?* : il est important d'évaluer les conséquences d'une non-intervention à moyen et long terme.
- ◆ Évaluer si une *gestion ciblée de la végétation* existante peut enrayer l'érosion.

- ◆ Évaluer si les *techniques végétales* peuvent satisfaire à la résolution des problèmes, en fonction des forces tractrices en présence (fonction de la pente et de la hauteur d'eau).
- ◆ Établir si des *techniques combinées* peuvent pallier au problème.
- ◆ Appliquer, *seulement à ce stade*, une technique habituelle de *génie civil* raisonnable et proportionnée.

La réalisation de ce diagnostic nécessite une démarche pragmatique et une campagne de terrain la plus large possible. Le cours d'eau est en effet un système complexe qu'il convient d'appréhender dans son ensemble avant tout diagnostic.



Le cours d'eau est un système complexe ; Source : BIOTEC.

Ainsi, tout aménagement en génie végétal nécessite un **dimensionnement** et la formalisation d'un **projet**. Celui-ci doit tenir compte de l'ensemble des composantes du milieu récepteur de l'aménagement et des conditions stationnelles :

- ◆ Exposition, climat, altitude, végétation existante sur le bassin versant en amont et en aval,
- ◆ Type de sol, pente de la berge, stabilité, emprise à disposition, occupation des sols,
- ◆ Qualité de l'eau, durée de l'étiage, submersion.

La bonne prise en compte de l'ensemble de ces conditions est déterminante dans la réussite de l'aménagement. Il est par exemple fondamental de respecter les aires climatiques et les altitudes maximales des espèces utilisées en génie végétal, sous peine de connaître un échec du fait de l'absence de reprise végétale.

Le dimensionnement de l'ouvrage nécessite par ailleurs une parfaite compréhension des **contraintes érosives**. Celles-ci peuvent être parfois très fortes et se révéler problématiques pour la réalisation de l'ouvrage. Ainsi, la variation des niveaux, le batillage, la vitesse et l'orientation des courants, la présence d'embâcles et d'obstacles, la percolation ou les retours des débordements sont autant de contraintes auxquelles le maître d'œuvre de l'ouvrage est confronté. Il doit les appréhender du mieux possible afin de déterminer la technique la plus adaptée au contexte et au site.

Quelques exemples :

- ◆ Dans le cas d'une érosion en extrados de méandre, la mise en place d'une protection de pied de berge contre l'affouillement sera le plus souvent nécessaire.
- ◆ Dans le cas d'un glissement de terrain, il s'avère indispensable d'adoucir la pente, de drainer le sol et de planter de très nombreux plants afin de maintenir la berge en place.



Répondre à ces contraintes érosives nécessite de s'inspirer des modèles naturels afin de recréer des séries et mosaïques végétales.

Un exemple de technique végétale :

Les couches de branches à rejets: il s'agit de disposer des branches de saules de manière perpendiculaire au cours d'eau sur 30 à 80 cm de terre végétale mélangée à des matériaux graveleux. Le tout est recouvert de géotextile coco, fixé par des pieux battus. Des plants de différentes espèces ligneuses sont ensuite plantés en haut de berge afin de reconstituer l'ensemble du corridor ligneux.

Les contraintes érosives diminuent vers le haut de la berge. Il est alors possible de davantage diversifier les espèces et d'intégrer des essences moins résistantes. Selon les cas, il est possible d'utiliser également une végétation herbacée en haut de berge.



Exemple d'ouvrage réalisé à l'aide de couches de branches à rejets. De la fin des travaux (à gauche) à la reprise végétative des différentes espèces ligneuses (à droite) ; Source : *BIOTEC*.

Principales causes d'échec du génie végétal :

Parmi les événements malheureux de mise en œuvre qui peuvent conduire à l'échec d'une protection de berge végétale, on peut citer de manière non exhaustive :

- ◆ l'absence de conception (absence de diagnostic, méconnaissance des techniques, etc.),
- ◆ le choix d'une technique inadaptée,
- ◆ l'absence de travaux forestiers d'éclaircissement,
- ◆ une préparation du terrain insuffisante (manque de nivellement, absence de débroussaillage préalable, etc.),
- ◆ une mauvaise méthode de réalisation,
- ◆ une période de travail inadaptée,
- ◆ un mauvais choix de végétaux,



- ◆ des erreurs de manipulation des matériaux vivants (lors de prélèvement, du transport, du stockage, etc.),
- ◆ l'absence de soins et d'entretien à la végétation nouvellement installée,
- ◆ une mauvaise connaissance des niveaux et du fonctionnement hydrique du cours d'eau,
- ◆ l'absence de connaissances fondamentales d'écologie (relations sol/eau/air/lumière).

Les techniques mixtes (génie civil + génie végétal)

La réalisation d'ouvrages végétaux est parfois rendue impossible ou particulièrement difficile du fait de conditions stationnelles défavorables, notamment par :

- ◆ une dynamique torrentielle (fortes vitesses, forces d'arrachement et profondeur d'affouillement élevées, etc.),
- ◆ une divagation généralisée du lit (fond mobile, chenaux multiples, variation brutale du profil en long, etc.),
- ◆ des pressions anthropiques élevées (forte artificialisation, fortes contraintes d'usages, etc.).

Il est alors conseillé de réaliser un ouvrage en techniques mixtes. Il peut alors s'agir d'ouvrages intégrant une base en enrochements et un haut de berge végétalisé, d'épis déflecteurs en végétal ou en enrochement ou de seuils du type barrage-bois accompagnés de techniques végétales pour la stabilisation des berges.



Exemples d'ouvrages réalisés à l'aide de techniques mixtes : protection de berge avec base en enrochement (à gauche), épi végétal (au centre) et barrage bois (à droite) ; Source : *BIOTEC*.

À retenir :

Les techniques de génie végétal ne sont pas des solutions miracles et ne peuvent pas répondre à tous les besoins. Il s'agit néanmoins d'alternatives crédibles aux techniques classiques de génie civil dans la plupart des cas. L'association des deux approches dans les cas extrêmes permet également d'aboutir à des ouvrages mixtes, fiables et de bien meilleure qualité qu'en utilisant seulement l'une ou l'autre technique.

La bonne réussite d'un ouvrage en génie végétal nécessite de respecter plusieurs règles fondamentales dont notamment les périodes du cycle végétal, la diversification par association de différentes techniques et essences ou encore, les capacités d'adaptation des espèces aux conditions stationnelles.



Caissons végétalisés et fascines en gestion dynamique

Visite de terrain sur le chantier-école du CFPF (2000)

Philippe CAILLEBOTTE & Richard CARRET

Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme (26) &
Communauté de Communes Rhône Valloire (26)



Stabilisation des berges par des techniques de génie végétal : l'exemple des Orons à Epinouze (26)

→ *Objectifs et enjeux de l'intervention :*

Le recalibrage de la rivière des Orons, cours d'eau non domanial géré par la Communauté de Communes Rhône Valloire (sur la partie drômoise), a provoqué une incision qui atteint le pied du radier du pont. L'enfoncement du lit crée une chute à l'aval du pont qui aggrave l'incision (fosse de dissipation d'environ 1,80 m qui se prolonge sous le radier sur environ 3 m). La fosse s'accompagne d'érosion des berges. En rive droite, cette érosion verticale recule jusqu'à la route.

Lors des crues débordantes la route est submergée et fait office de seuil, ce qui amplifie le phénomène d'érosion de la berge. À terme, le pont et la route sont menacés. L'objectif est donc de protéger les deux ouvrages.

L'intervention prévoit ainsi :

- ◆ Comblement de l'encoche d'érosion sous le radier,
- ◆ Stabilisation de la fosse de dissipation,
- ◆ Création d'un seuil de fond à 35 m à l'aval,
- ◆ Socle en enrochement dans la niche d'érosion en rive droite,
- ◆ Enrochement pied de berge en rive gauche,
- ◆ Caisson végétalisé sur enrochement en rive droite avec talus végétalisé (20 ml),
- ◆ Fascine et talus végétalisé sur 26 ml,
- ◆ Tressage et talus végétalisé sur 12 ml.

Les travaux nécessitent de détourner la rivière.

→ *Caractéristiques du tronçon concerné par les travaux :*

- ◆ Longueur : 58 m en rive droite et 10 m en rive gauche
- ◆ Hauteur de berge : de 0,80 m à 2,50 m
- ◆ Pente de berge : de 10 à 60°
- ◆ Crue 1993 : 80 m³/s, débordement sur toute la plaine
- ◆ Crue biennale : 27 m³/s, débordante
- ◆ Crue centennale : 120 à 150 m³/s

→ *Montage de l'opération :*

- ◆ Maîtrise d'ouvrage : Communauté de communes Rhône Valloire
- ◆ Maîtrise d'œuvre : Communauté de communes Rhône Valloire
- ◆ Études : DDAF / R. Carret / P. Caillebotte / D. Lardan
- ◆ Réalisation pratique :
 - Génie civil/Terrassement : SARL DES LITTES
 - Génie végétal (Caisson, fascines, talus) : CFPF, dans le cadre de chantiers pédagogiques des techniciens



- Génie végétal (Tressage, talus) : équipe technique de la Communauté de communes
- Plantation d'arbres en haut de berges : écoles dans le cadre des journées de l'environnement de juin 2000

→ **Les principales étapes de réalisation :**

Descriptif des actions

Exploitation des bois destinés au caisson

Travaux d'éclaircie réalisés sur une parcelle ONF (Douglas)

- ◆ 52 grumes de 4 m de long - achat bois sur pied
- ◆ bûcheronnage et débardage cheval (10 heures 2 bucherons et 2 chevaux)

Ouverture d'un bras de déviation sur 120 mètres

En limite de propriété, en rive droite. Nécessite de couper la route le temps des travaux (arrêté de circulation)

- ◆ réalisation du bras de dérivation
- ◆ fermeture amont avec des enrochements percolés de matériaux terreux
- ◆ fermeture aval avec des matériaux terreux, après écoulement des eaux
- ◆ pêche électrique de sauvetage

Réalisation des enrochements

- ◆ comblement de la cavité sous le radier façonné en seuil coté aval (18,5 t)
- ◆ stabilisation de la fosse de dissipation en respectant la forme et les dimensions initiales (290 t)
- ◆ création d'une risberme en enrochement en rive droite sur 20 ml, 2,50 m de large et 1,50 m d'épaisseur (165 t)
- ◆ enrochement de pied de berge en rive gauche (20 t)
- ◆ création d'un seuil de calage de fond (99 t)

Couche de transition Propex 6088 - 500 gr/m²

Réalisation du caisson (20 ml)

Secteur amont à l'aval immédiat du pont, rive droite

Calage : niveau moyen des eaux à mi hauteur de la 2^e longrine

- ◆ mise en place des longrines avec assemblage à mi bois
- ◆ mise en place du géotextile synthétique en fond et façade de caisson
- ◆ mise en place des traverses
- ◆ mise en place du 2^e niveau de longrines
- ◆ remplissage du caisson
- ◆ mise en place du 1^{er} lit de plançons
- ◆ mise en place du géotextile (coco 900 gr/m²)
- ◆ mise en place du 2^e niveau de traverses
- ◆ mise en place du 3^e niveau de longrines
- ◆ remblaiement du caisson
- ◆ mise en place du 2^e niveau de plançons avec aulnes à racines nues
- ◆ mise en place du géotextile (coco 900 gr/m²)
- ◆ mise en place 3^e niveau de traverses
- ◆ remplissage du caisson
- ◆ mise en place 3^e niveau de plançons avec aulnes à racines nues
- ◆ mise en place du géotextile (coco 740 gr/m²)
- ◆ talutage à 1/3
- ◆ semis herbacé
- ◆ mise en place des boutures
- ◆ plantations d'arbustes (1 / 2m²) et arbres (1 ligne 1 / 2ml)

Réalisation du fascinage (26 ml)

Secteur central

Calage : niveau moyen des eaux à mi hauteur de la fascine

- ◆ remblaiement et terrassement

- ◆ battage des pieux de robiniers (2 rangées)
- ◆ pose des branches anti-affouillement
- ◆ mise en place des fagots de branches de saules garnis de terre et fixation aux pieux
- ◆ remblaiement à hauteur des fascines
- ◆ pose d'un lit de plançons de saule
- ◆ mise en place de géotextile (coco 740 gr/m²)
- ◆ remblaiement et profilage du talus
- ◆ semis herbacé
- ◆ pose et fixation du géotextile
- ◆ bouturage de saules
- ◆ plantation d'arbres et arbustes

Réalisation du tressage (26 ml)

Secteur aval

- ◆ remblaiement et terrassement
- ◆ battage des pieux de robiniers (1 rangée)
- ◆ pose des branches anti-affouillement
- ◆ mise en place des fagots de branches de saules garnis de terre et fixation aux pieux
- ◆ remblaiement à hauteur des fascines
- ◆ pose d'un lit de plançons de saule
- ◆ mise en place de géotextile (coco 740 gr/m²)
- ◆ remblaiement et profilage du talus
- ◆ semis herbacé
- ◆ pose et fixation du géotextile
- ◆ bouturage de saules
- ◆ plantation d'arbres et arbustes

Remise en eau

- ◆ suppression du merlon aval
- ◆ suppression du merlon amont
- ◆ rebouchage du lit temporaire
- ◆ remise en état du terrain
- ◆ rétablissement de la chaussée
- ◆ évacuation des matériaux excédentaires

Coûts :	
Terrassement	7780 €
Battage de pieux	1080 €
Réalisation génie végétal	5910 €
Fourniture d'encrochements et pose	11240 €
Géotextile synthétique	1400 €
Géotextile coco	1070 €
Plants	535 €
Bois pour caisson	680 €
Installation chantier	1080 €
TOTAL ht	30775 €

→ *Descriptif illustré :*



novembre 1999



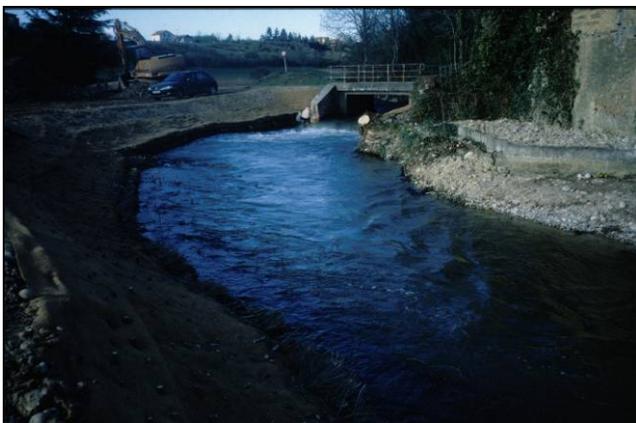
Réparation du radier



mars 2000



mars 2000



mars 2000



avril 2000



juillet 2000



octobre 2003



juillet 2006

→ *Contacts* :

P. CAILLEBOTTE

**Centre de Formation Professionnelle
Forestière - CFPF**
Quartier du Mas
26 780 CHÂTEAUNEUF DU RHÔNE
Tél. : 04.75.90.77.33 / 06 74 08 13 15
Fax : 04.75.90.70.42
www.cfpf.org

R. CARRET

Communauté de Communes Rhône Valloire
Le Creux de la Thines
26 140 ALBON
Tél. : 04.75.03.50.30 / 06.32.84.64.07
Fax : 04 75 03 15 96
www.cc-rhonevalloire.fr



Fascines, tresses et peignes sans aucune gestion

Visite de terrain - Saint Barthélémy de Vals (26)

Philippe CAILLEBOTTE &

Jean-Paul THIVOLLE et Bernard SILVAIN

Centre de Formation Professionnelle Forestière de la Drôme (26) &
Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure (26)

Stabilisation de berges par des techniques de génie végétal : exemple de la Galaure à Saint Barthélémy de Vals (26)

→ *Objectifs et enjeux de l'intervention :*

La berge située en rive concave, à l'amont du pont submersible, faisait l'objet de fortes érosions. La rivière avait tendance à vouloir peu à peu passer à côté du pont. Ses protections, en enrochements percolés, n'étaient pas assez longues pour stabiliser le tracé à cet endroit.

L'objectif était de lutter contre l'érosion en :

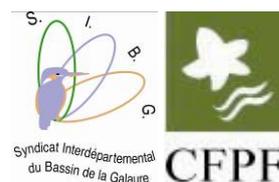
- ◆ traitant en peigne les zones à fosses profondes (secteur amont de 5 m de long, 5 m de large et de 1.80 m de hauteur) ;
- ◆ renforçant le pied de berge par des fascines à double rangée de pieux sur les zones où il était nécessaire d'apporter un fort remblai (secteur central de 25 m de long, 4 m de large et 2 m de haut) ;
- ◆ retalutant à partir de protection de pied en tressage lorsque le remblai n'était pas nécessaire (secteur aval de 18 m de long, 5 m de large et de 1.80 m de haut). Ce dernier secteur aval fait également l'objet d'un peigne sur 8 m.

→ *Caractéristiques du tronçon concerné par les travaux :*

- ◆ Longueur : 50 m
- ◆ Hauteur de berge : 2 m
- ◆ Pente de berge : 70 à 90°
- ◆ Hauteur d'eau à l'étiage : 0.80 m
- ◆ Hauteur de crue annuelle : 0.50 m en haut de berge
- ◆ Crue décennale : 45m³/s et vitesse de 1.36 m/s
- ◆ Crue centennale : 96m³/s et vitesse de 2.34 m/s

→ *Montage de l'opération :*

- ◆ Maîtrise d'ouvrage : Syndicat Intercommunal du Bassin de la Galaure (SIBG)
- ◆ Maîtrise d'œuvre : SIBG
- ◆ Études : conception conjointe Centre de Formation Professionnelle Forestière (CFPF) et SIBG
- ◆ Réalisation pratique : CFPF, dans le cadre de chantiers pédagogiques pour des techniciens d'entretien de cours d'eau
- ◆ Marché : gré à gré



→ Les principales étapes de réalisation :

<u>Descriptif des actions</u>	<u>Dates et temps de réalisation</u>	<u>Coût global HT</u>
Réalisation des peignes 5m + 8m	Mars 95	1 200 F HT/j
<ul style="list-style-type: none"> • terrassement léger • battage des pieux • mise en place de couches de branchages alternés avec matériaux terreux • mise en place de couches de branches parallèles à la rivière • pose de fils de fer entre les pieux pour fixation du peigne • apport de matériaux terreux • pose d'un lit de plançons de saules • pose de géotextile au-dessus des plançons • remblaiement et reprofilage du talus à 2/5 • semis herbacé • pose de géotextile, avec ancrage en haut et pied de berge, et fixation par des boutures de saules 	2 j pour peigne amont de 5 m	soit 6 000 F HT pour la confection des deux peignes
	3 j pour peigne aval de 8 m	Soit 914.69 €
Réalisation du tressage en secteur central	Mars 95	1 200 F HT/j
<ul style="list-style-type: none"> • battage de pieux de saule • pose de branche anti-sape • tressage de branches de saule avec fixation de la dernière rangée de pieux par fil de fer • remblaiement jusqu'à hauteur du tressage • mise en place géotextile • reprofilage du talus 2/5 • semis herbacé • pose de géotextile, avec ancrage en haut et pied de berge, et fixation par des boutures de saules 	3 j	soit 3 600 F HT
		Soit 548.82 €
Réalisation du fascinage du secteur aval	Mars 95	1 200 F HT/j
<ul style="list-style-type: none"> • remblaiement et terrassements • battage des pieux en saule (2 rangées) • pose des branches anti-sape • mise en place des fagots de branches de saules et fixation sur les pieux • remblaiement jusqu'à hauteur des fascines • pose d'un lit de plançons de saule • mise en place de géotextile • remblaiement et reprofilage du talus à 2/5 • semis herbacé • pose de géotextile, avec ancrage en haut et pied de berge, et fixation par des boutures de saules 	4 j	soit 4 800 F HT
		Soit 731.76 €
Préparation des matériaux	Février 95	
<ul style="list-style-type: none"> • exploitation des piquets et branches 	15 j	1 000 F HT/j soit 15 000 F HT Soit 2286.74 €
<ul style="list-style-type: none"> • transport des branches 	3 j	1 200 F HT/j soit 3 600 F HT Soit 548.82 €
Finition globale d'aménagement du tronçon	Mars 95	1 200 F HT/j
<ul style="list-style-type: none"> • ensemencement et pose du géotextile • plantations arbustives et arborées en tête de berge et sur berge 	8 j	soit 9 600 F HT Soit 1463.51 €
TOTAL (incluant les coûts de fournitures tels que tuteurs, géotextile, location d'engins, fourniture de plants, etc.)		63 089 F HT soit 1315 F HT/ml ou 263 f HT/m ²
		9 617.86 € HT soit 200.47 € HT/ml ou 40.09 € HT/m ²

→ *Descriptif illustré :*



Crue de 1993 :
Contournement de l'ouvrage
en rive gauche



Avant travaux : vue de la berge fortement
érodée



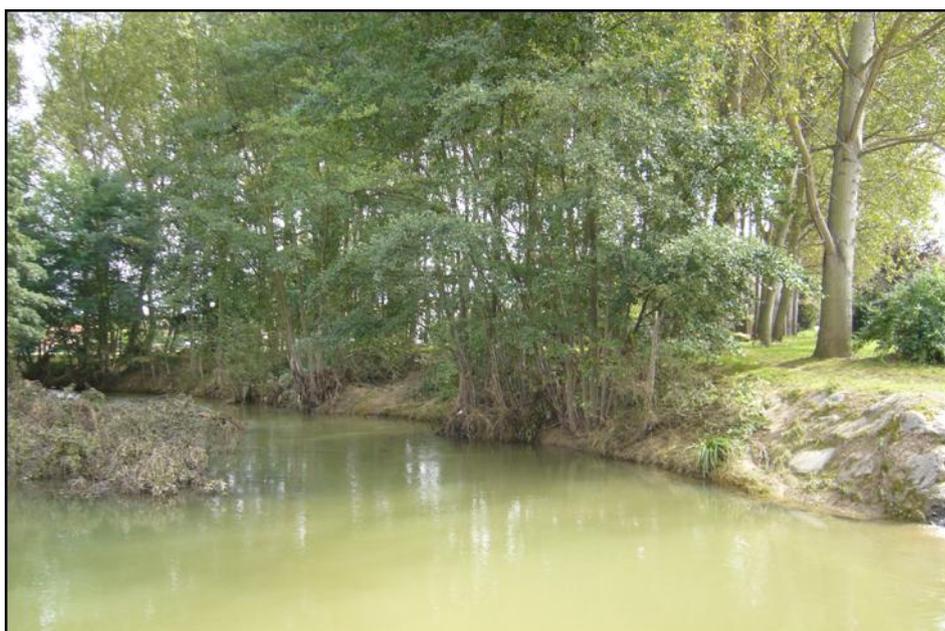
Pendant travaux : pieux prêts à recevoir le
fascinage



Avril 95 : ouvrage terminé juste après une crue débordante



Le même site en juillet 1997



Le même site en septembre 2008

→ *Commentaires :*

Des dégâts causés par les castors ont été constatés dès la fin de la réalisation ; une protection des fascines et tressage par grillage a été mise en place par les équipes du SIBG. L'ouvrage a été submergé par une crue annuelle 15 jours après sa finition : aucun dégât n'a été observé. La reprise des végétaux a été spectaculaire, sans arrosage particulier.

→ *Gestion et suivi après travaux :*

Aucun entretien n'a été réalisé depuis 1995.

P. CAILLEBOTTE

**Centre de Formation Professionnelle
Forestière - CFPF**

Quartier du Mas

26 780 CHÂTEAUNEUF DU RHÔNE

Tél. : 04.75.90.77.33 / 06 74 08 13 15

Fax : 04.75.90.70.42

www.cfpf.org

B. SILVAIN

**Syndicat Interdépartemental du Bassin de
la Galaure - SIBG**

6, rue Félicien Bocon de la Merlière

26330 CHÂTEAUNEUF DE GALAURE

Tél. : 04.75.68.71.25

Fax : 04.75.03.47.10



Techniques mixtes originales et suivi post-travaux

Visite de terrain - Scientrier (74)

Franck BAZ & Éric CHAMPALBERT
Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A) &
CHAMPALBERT Expertise

Travaux de protection des berges de l'Arve en aval d'un seuil sur la commune de Scientrier (74)

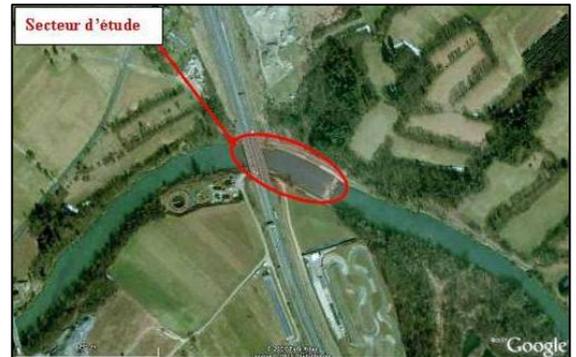
→ Contexte :

Le site concerné se situe sur la commune de Scientrier (74) directement en amont du pont de l'autoroute A40. Un seuil a été construit sur l'Arve en 2002 afin de bloquer le fond du lit. Aucune protection de berge n'avait été prévue initialement. Suite à des premières dégradations, plusieurs confortements ont été réalisés sans succès entre 2002 et 2005.

La rive droite connaît une érosion importante qui menace un chemin viaire servant au suivi, au contrôle et à l'entretien des berges de l'Arve et un collecteur d'assainissement issu d'une station de relevage.

En rive gauche, un important glissement de berge s'accompagne d'une érosion du chemin de service permettant l'accès sous le pont ATMB⁵ et à la STEP. L'érosion a entraîné la destruction du portail et menace le chemin et les réseaux d'AEP et d'électricité. L'enjeu stratégique est la protection de la culée du pont autoroutier.

La présence de zones d'érosion actives et constituées de matériaux sableux très peu cohérents et très érodables ainsi que l'apparition de vagues qui sollicitent le milieu et le haut de berge rendent toute protection difficile à réaliser.



→ Projet et principes d'intervention :

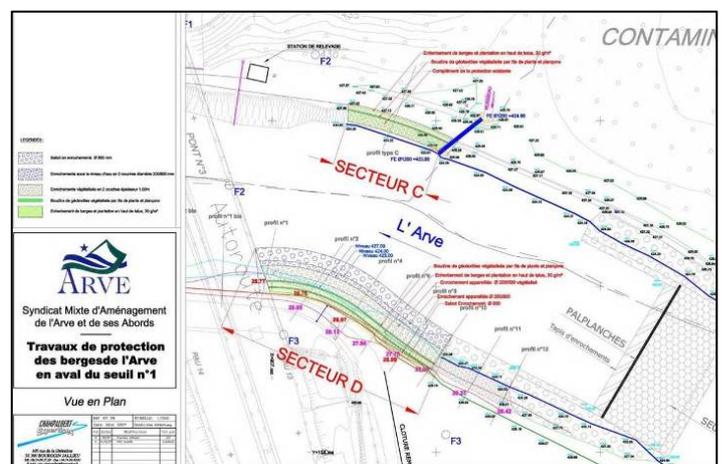
Les enjeux et les contraintes en présence sont incompatibles avec la mise en place de techniques de génie végétal seules (absence de réserve foncière pour adoucir les berges, risque de glissements, mouilles profondes dans le lit, vitesses et temps de submersion, etc.). Le choix s'est ainsi porté sur la mise en œuvre d'ouvrages en techniques mixtes.

Le projet a consisté à minimiser la hauteur de berge consolidée par des techniques mixtes en enrochements libres, tout en favorisant la renaturation de la berge protégée par ces mêmes enrochements en privilégiant des matériaux hétérogènes, une sous-couche nutritive et des pentes douces compatibles avec une végétalisation. Le milieu et le haut de berge ont été consolidés en techniques végétales.

→ Caractéristiques du projet :

- Protection rive gauche (60 mètres linéaires) en enrochements végétalisés :

- Sabot massif sous-fluvial d'une blocométrie de 800 mm,
- Talus de la pente : 2/3 ; avec une blocométrie de 200/800 mm,
- Sous-couche en grave grasse,
- Apport de terre végétale, géotextile, plantations d'arbres et d'arbustes, d'hélophytes et de boutures,



Plan d'ensemble du site et principes d'intervention
(Source : SM3A / Champalbert Expertises, 2007)

⁵ ATMB : Autoroute du Mont Blanc

- ◆ Végétalisation du milieu et du haut du talus par un remblai terreux constitué de deux boudins de géotextiles végétalisés par des lits de plants et plançons,
- ◆ Raccordement amont :
 - Reprofilage en pente douce au dessus de l'enrochement existant,
 - Boudins de géotextile végétalisés par un lit de plants et plançons,
 - Tapis de branches à rejets dans le talus.

- Protection de la rive droite (30 mètres linéaires) en remblais végétalisés :

- ◆ Reconstitution en équilibre déblais/remblais du talus érodé,
- ◆ Protection par un boudin végétalisé : lit de plants et plançons et plantations,
- ◆ Merlon terreux en crête de berge.

→ **Période des travaux** : 2007 à 2008

→ **Descriptif illustré** :



Situation avant travaux - Rive gauche
(Source : SM3A / Champalbert Expertises, 2004)

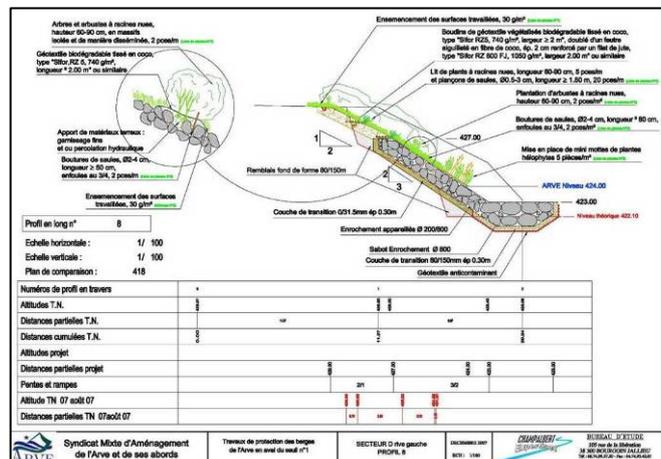


Schéma de principe des aménagements - Rive gauche
(Source : SM3A / Champalbert Expertises, 2007)



Pose du géotextile en haut de berge - Rive gauche
(Source : SM3A / Champalbert Expertises, 2008)



Situation après travaux - Rive gauche
(Source : SM3A / Champalbert Expertises, 2008)

Pour davantage d'informations, se reporter à la présentation de Champalbert Expertises du 4 novembre 2008 en ligne sur le site www.riviererhonealpes.org, rubrique « [Journées techniques](#) ».



Techniques mixtes et génie végétal pur en rivière dynamique

Visite de terrain - Cluses (74)

Anne Lise AUZAN & Philippe ADAM

Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A) &
BIOTEC

Confortement de la berge droite de l'Arve à Cluses (74), entre les seuils de Sardagne et Pressy

→ Objectifs et enjeux de l'intervention :

La rive droite de l'Arve en aval du seuil de Sardagne était peu protégée. Le talus de berge de grande hauteur (environ 8 mètres) montrait une érosion importante, avec de nombreux développements de renouée du Japon, de buddleias et plusieurs sorties de collecteurs d'eaux pluviales déchaussés.

→ Montage de l'opération :

Les travaux de protection de berge ont été réalisés sous maîtrise d'ouvrage du Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (SM3A). La maîtrise d'œuvre a été assurée conjointement par les bureaux Hydratec (étude hydraulique et protections en enrochements) et BIOTEC (conception et direction de la réalisation des protections végétales).

L'entreprise Benedetti s'est chargée du terrassement et des travaux de génie civil, tandis qu'ACN est intervenu sur la partie génie végétal.

→ Principes d'intervention :

Un confortement de berge de plus en plus « doux » de l'amont vers l'aval a été réalisé à partir du seuil, avec des enrochements calés à la crue annuelle puis au niveau moyen des eaux surmontés de lits de plants et plançons proches du seuil et des fascines de saules surmontées de boutures et plantations adaptées en aval.

→ Période des travaux : janvier - avril 2005

→ Montant des travaux : 339 417 € HT

→ Descriptif illustré :

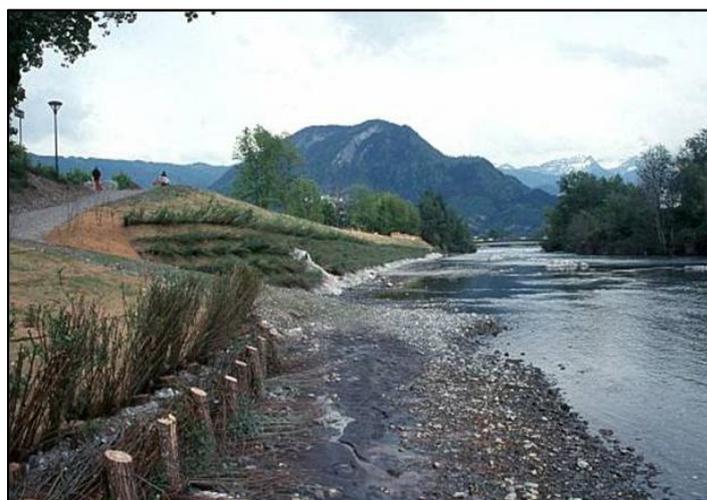
(Source : BIOTEC) 



Mars 2004



Mars 2005

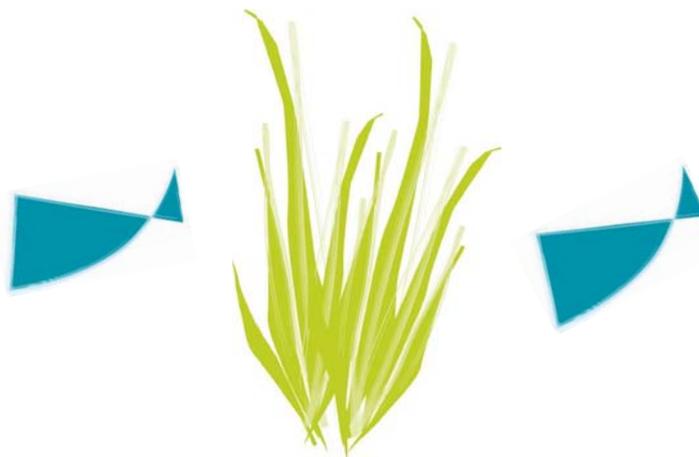


Mai 2005

LISTE DES PARTICIPANTS

Jeudi 9 octobre 2008 à Moras en Valloire (26)

	NOM	FONCTION	ORGANISME	CP	VILLE
1	Philippe ADAM	Gérant	BIOTEC Biologie appliquée Sarl	69003	LYON
2	Marie-Alix ALLEMANT	Chargée de mission	SIB de la Galaure	26330	CHATEAUNEUF DE GALAURE
3	Victor AVENAS	Responsable de pôle	Office National des Forêts (ONF) Bourgogne	51470	SAINT MEMMIE
4	Claude BARTHELON	Responsable de pôle	Office National des Forêts (ONF) Rhône-Alpes	38026	GRENOBLE Cedex
5	Franck BAZ	Technicien de rivière	Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A)	74130	BONNEVILLE
6	Marc BEAUFILS	Inspecteur Police de l'eau	DDAF du Rhône - Mission interservices de l'eau	69422	LYON Cedex 03
7	Olivier BIELAKOFF	Technicien de rivière	Parc Naturel Régional du Vercors (PNRV)	38250	LANS EN VERCORS
8	Julien BIGUE	Animateur	Association Rivière Rhône Alpes	38000	GRENOBLE
9	Philippe CAILLEBOTTE	Responsable de formation	Centre de Formation Professionnelle Forestière (CFPF)	26780	CHATEAUNEUF DU RHÔNE
10	Richard CARRET	Technicien de rivière	Communauté de Communes Rhône Valloire	26140	ALBON
11	Félicien CHARRIER	Chargé de mission	SIVOM Ouvèze Vive	07003	LYAS
12	Patrice CHEVAL	Technicien	Cheval Frères SA	26300	BOURG DE PÉAGE
13	Stéphanie DANIEL	Chargée de mission	Syndicat Eyrieux Clair	07160	LE CHEYLARD
14	Frédéric DE ANGELIS	Technicien de rivière	Syndicat Eyrieux Clair	07160	LE CHEYLARD
15	Pierre-Briec DESTOMBES	Responsable d'activités	SILENE BIOTEC	38307	BOURGOIN JALLIEU Cedex
16	Émilie DUFAUX	Technicienne de rivière	SIMA Coise	42330	SAINT GALMIER
17	Alain DUPLAN	Technicien de rivière	SIVU de la Basse Vallée de l'Ain	01150	BLYES
18	André EVETTE	Ingénieur chercheur	CEMAGREF de Grenoble	38402	SAINT MARTIN D'HERES
19	Sebastien FAYAN	Etudiant		26210	LENS-LESTANG
20	Fabien FRACES	Chargé de mission	Syndicat des Bassins Versants Beaume et Drobie	07260	JOYEUSE
21	Nadine GEOFFROY	Technicienne hydrobiologiste	DIREN Rhône Alpes - SEMA	69422	LYON Cedex 03
22	Françoise GIFFARD	Technicienne hydrobiologiste	DIREN Rhône Alpes - SEMA	69422	LYON Cedex 03
23	Guillaume GILLES	Ingénieur hydraulique	BURGEAP Grenoble	38400	ST-MARTIN-D'HERES
24	Stéphan GIOL	Chargé d'études	SED Ingénierie-Conseil	69630	CHAPONOST
25	Didier GIRARD	Technicien de rivière	SIVU du Guiers (SIAGA)	38480	PONT DE BEAUVOISIN
26	Adrien GUIONNET	Technicien de rivière	SIAB de l'Herbasse	26260	ST DONAT SUR HERBASSE
27	Daniel JULIEN	Technicien hydrobiologiste	DIREN Rhône Alpes - SEMA	69422	LYON Cedex 03
28	Laurence JURY	Assistante d'études	SILENE BIOTEC	38307	BOURGOIN JALLIEU Cedex
29	Julien LAVIGNE	Responsable de département	AquaTerra Solutions SARL	26270	CLIOUSCLAT
30	Olivier LECOQ	Technicien	FDAAPPMA de l'Ardèche	07003	PRIVAS Cedex
31	Philippe MAITRE	Chef d'équipe	SMAB de la Bourbre	38110	LA TOUR DU PIN
32	Jonathan MALINEAU	Animateur Contrat de rivière	SIVU de l'Ay	07290	SAINT ROMAIN D'AY
33	Rémy MANDON	Conducteur de travaux	Cheval Frères SA	26300	BOURG DE PÉAGE
34	Grégory MARCAGGI	Assistant d'études	SILENE BIOTEC	38307	BOURGOIN JALLIEU Cedex
35	Frédéric MARGOTAT	Technicien de rivière	Syndicat Mixte de la Vallée du Garon (SMAGGA)	69530	BRIGNAIS
36	Olivier MESNARD	Technicien de rivière	SMAB de la Bourbre	38110	LA TOUR DU PIN
37	Anne-Isabelle MILLOT	Chargée de mission	SMAE Loise Toranche	42110	FEURS
38	Clément MORET-BAILLY	Ingénieur	DYNAMIQUE HYDRO	69009	LYON
39	Cécile OTTO-BRUC	Ingénieur d'études	Agence Mosaïque Environnement	69100	VILLEURBANNE
40	Myriam PEREZ	Correspondante Environnement	SNCF	69003	LYON
41	Sylvain PERRY	Technicien environnement	Compagnie Nationale du Rhône (CNR)	69316	LYON Cedex 04
42	Vincent PEYRONNET	Agent de développement	FDAAPPMA de l'Ardèche	07003	PRIVAS Cedex
43	Amandine ROUX	Technicienne de rivière	Syndicat des Marais de Bourgoin-Jallieu	38300	BOURGOIN JALLIEU
44	Bernard SILVAIN	Technicien de rivière	SIB de la Galaure	26330	CHATEAUNEUF DE GALAURE
45	Cédric TAVAUD	Technicien de rivière	SMAE Loise Toranche	42110	FEURS
46	Yvan TAVAUD	Recherche d'emploi		43120	MONISTROL / LOIRE
47	Jean-Paul THIVOLLE	Technicien de rivière	SIB de la Galaure	26330	CHATEAUNEUF DE GALAURE
48	Nicolas VALE	Chargé de mission	Association Rivière Rhône Alpes	38000	GRENOBLE
49	Julie WEISS	Stagiaire	Association Rivière Rhône Alpes	38680	AUBERIVES EN ROYANS
50	Jean-Louis MORIN	Technicien	Communauté de Communes Rhône Valloire	26140	ALBON
51	Pascal COSTE	Chef d'équipe	Communauté de Communes Rhône Valloire	26140	ALBON



Mardi 4 novembre 2008 à Contamine sur Arve (74)

	NOM	FONCTION	ORGANISME	CP	VILLE
1	Philippe ADAM	Gérant	BIOTEC Biologie appliquée Sarl	69003	LYON
2	Anne Lise AUZAN	Chargée de mission	Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A)	74130	BONNEVILLE
3	Mickaël BARBE	Technicien de rivière	Syndicat de Rivières Brévenne-Turdine (SYRIBT)	69592	L'ARBRESLE Cedex
4	Mélanie BARBER	Technicienne de rivière	SIVU du Foron du Chablais Genevois (SIFOR)	74240	GAILLARD
5	Franck BAZ	Technicien de rivière	Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A)	74130	BONNEVILLE
6	Julien BIGUE	Animateur	Association Rivière Rhône Alpes	38000	GRENOBLE
7	Yannick BOISSIEUX	Animateur	Syndicat des Rivières des territoires de Chalaronne	01400	CHATILLON SUR CHALARONNE
8	William BRASIER	Ingénieur Environnement	Compagnie Nationale du Rhône (CNR)	69316	LYON Cedex 04
9	Sandrine BUISSON	Etudiante	ENGEES Strasbourg	01430	CONDAMINE
10	Marion CADOUX	Chargée de mission	Société d'Économie Alpestre de Haute-Savoie (SEA 74)	74000	ANNECY
11	Henri CAZABAN	Chef de projet	Office National des Forêts (ONF) - Agence de Tarbes	65260	PIERREFITTE - NESTALAS
12	Éric CHAMPALBERT	Gérant	CHAMPALBERT Expertises	38300	DOMARIN
13	Stéphanie COUCKE	Recherche d'emploi		74200	LE LYAUD
14	Caroline CROZET	Chargée de mission	SIAH des Quatre Vallées du Bas Dauphiné	38440	SAINT JEAN DE BOURNAY
15	Anaïs CUNILLERA	Recherche d'emploi		69100	VILLEURBANNE
16	Stéphane DAVAL	Technicien de rivière	SIAE de la Reyssouze et ses Affluents (SIAER)	01340	MONTREVEL EN BRESSE
17	Jérémie DEBARD	Chargé de mission	Communauté de Communes du Pays de Gex	01280	PREVESSIN MOENS
18	Jérôme DERIGON	Technicien de rivière	Syndicat Mixte des rivières du Sornin (SYMISOA)	42190	CHARLIEU
19	Francis DOUX	Conducteur de travaux	Office National des Forêts (ONF) - Agence de Pau	64260	CASTET
20	André EVETTE	Ingénieur chercheur	CEMAGREF de Grenoble	38402	SAINT MARTIN D'HERES
21	Sabine FABRE	Technicienne ENS	Conseil Général de Haute-Savoie	74041	ANNECY Cedex
22	Hervé FAUVAIN	Directeur	Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et ses Abords (SM3A)	74130	BONNEVILLE
23	André FAVIER	Vice-Président	Syndicat Mixte Veyle Vivante (SM2V)	01540	VONNAS
24	Cyril FREQUELIN	Technicien de rivière	SIVU Lange Oignin	01108	OYONNAX Cedex
25	Pierre-André FROSSARD	Professeur	Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier (Genève)	01254	JUSSY
26	Emilie GILLET	Chargée de mission	Syndicat d'Entretien de la Méouge (SIEM)	05300	CHATEAUNEUF DE CHABRE
27	Romain GRANJON	Ingénieur chargé d'affaires	Compagnie Nationale du Rhône (CNR)	69316	LYON Cedex 04
28	Marie-Pénélope GUILLET	Chargée de mission	Syndicat du Sud-Ouest Lémanique (SYMASOL)	74550	PERRIGNIER
29	Emmanuel GUILLMIN	Ingénieur	HYDRETTUDES	74370	ARGONAY
30	Alice HÉILLES	Chargée de mission	SIAE de la Reyssouze et ses Affluents (SIAER)	01340	MONTREVEL EN BRESSE
31	Yves JACQUET	Instructeur Police de l'eau	DDAF de l'Isère	38040	GRENOBLE Cedex
32	Elisa LABRE	Recherche d'emploi		74230	THONES
33	Alexandre LAFLEUR	Chargé de mission	SIAE du Suran	01250	BOHAS MEYRIAT RIGNAT
34	Julie LAIGLE	Etudiante		73490	LA RAVOIRE
35	Grégory LAPIERRE	Chargé d'affaires	EDF / CIH	73730	LE BOURGET DU LAC
36	Catherine LAVAINE	Doctorante	CEMAGREF de Grenoble	38402	SAINT MARTIN D'HERES
37	Pierre LOISEAU	Technicien de rivière	Communauté de Communes du Genevois	74160	ARCHAMPS
38	Stéphanie MARSURA	Recherche d'emploi		69003	LYON
39	Samuel MONNET	Chargé de mission	SIVU Lange Oignin	01108	OYONNAX Cedex
40	Florent PELLIZZARO	Chargé de mission	Syndicat d'Aménagement du bassin versant de l'Albarine	01230	ST RAMBERT EN BUGEY
41	Alice PROST	Chargée de mission	Syndicat des Rivières des territoires de Chalaronne	01400	CHATILLON SUR CHALARONNE
42	Christophe REBEILLE	Chef de projet	Office National des Forêts (ONF) - Agence de Tarbes	65290	JUILLAN
43	Emmanuel RENO	Technicien de rivière	Syndicat Mixte Veyle Vivante (SM2V)	01540	VONNAS
44	Delphine SAUER	Recherche d'emploi		73100	AIX LES BAINS
45	Emilie SAXOD	Ingénieur Environnement	EDMS	01213	PETIT-LANCY (CH)
46	Sandrine TACON	Recherche d'emploi		38400	SAINT MARTIN D'HERES
47	Nicolas VALE	Chargé de mission	Association Rivière Rhône Alpes	38000	GRENOBLE
48	Vivian VISINI	Gérant - Chargé d'études	Gestion des Espaces Naturels (GEN) - TERE0	73800	LA CHAVANNE
49	Eric VULLIEZ	Conducteur de travaux	Office National des Forêts (ONF) Haute-Savoie	74000	ANNECY

