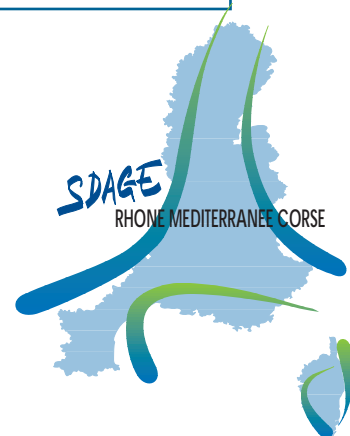




BASSIN RHONE MEDITERRANEE CORSE
GUIDE TECHNIQUE N° 1
LA GESTION DES BOISEMENTS
DE RIVIERES
Fascicule 1 :
Dynamique et fonctions de la ripisylve
SEPTEMBRE 1998



Conception et rédaction :
Mireille Boyer ¹

Ouvrage réalisé en collaboration avec :

Hervé Piégay ²
et avec l'appui de :
Charles Ruffinoni ³
Anne Citterio ²
Corinne Bourgery ⁴
Philippe Caillebote ⁴

Comité de pilotage :

Laurent Gasnier (Agence de l'Eau RMC)
Catherine Petit (Agence de l'Eau RMC)
Anne Cambon (Région Rhône-Alpes)
Jean-Luc Carrio (D.D.A.F. de la Loire)
Elisabeth Cresson (Fédération de pêche du Rhône)
Maurice Desagher (Conseil Général du Vaucluse)
Jacques Noël (Syndicat de la Moyenne Vallée de l'Ognon)
Philippe Raignier (Agence de l'Eau RMC- délégation Besançon)
Serge Rouvière (Syndicat Mixte d'Aménagement du Vidourle)
Francis Trocherie (Diren Rhône-Alpes)

Photographies :

Mireille Boyer
sauf
page 12 (2 photos de gauche) collection RTM Savoie
pages 15 et 22 Charles Ruffinoni
pages 24 (2 photos haut de page) et 29 Hervé Piégay
page 34 René Rosoux
pages 35 et 36 Pascal Médard ⁵

Schémas (hors références bibliographiques) :
Mireille Boyer et Hervé Piégay

¹ Concept. Cours. d'EAU - chemin du Tilleret - 73230 Vérel-Pragondran

² CNRS/UMR5600 - 18, rue Chevreul - 69362 Lyon Cedex 07

³ C. Ruffinoni - 715, chemin de la Croix de Lauzerte - 82200 Moissac

⁴ CFPF - BP n°7 - 26780 Châteauneuf-du-Rhône

⁵ BEFENE - 34210 Félines-Minervois

BASSIN RHONE MEDITERRANEE CORSE

GUIDE TECHNIQUE N° 1

LA GESTION DES BOISEMENTS
DE RIVIERES

Fascicule 1 :
Dynamique et fonctions de la ripisylve

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
DEFINITIONS	4
DYNAMIQUE VEGETALE ET COMPOSITION DES RIPISYLVES	5
• Composition floristique des boisements spontanés et naturels	5
• La dynamique végétale dans les ripisylves	5
• Le problème des espèces envahissantes	8
• Evolution historique de la ripisylve	10
- Données concernant le paysage originel des cours d'eau du climat tempéré	10
- Le développement récent des ripisylves	11
• L'intérêt patrimonial des ripisylves	16
ROLES DE LA RIPISYLVE ET DU BOIS MORT	17
• Effets sur l'écoulement des eaux et la stabilité des berges	17
- Effets des embâcles de bois	17
- Effets de la ripisylve	27
- L'évaluation des risques hydrauliques liés à l'absence d'entretien	28
• Influences sur la qualité des eaux et la vie aquatique	29
- Effets de la ripisylve sur la qualité physique et chimique des eaux	29
- Fonctions de la ripisylve et du bois mort pour la vie aquatique et conséquences au niveau de l'entretien	32
• Importance pour la faune terrestre	34
- Les différents habitats	35
- Les impacts de l'entretien sur la faune	37
• Fonctions paysagères	38
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE	41

INTRODUCTION

L'état des cours d'eau évolue au gré de leur dynamique fluviale et végétale. Les activités humaines développées sur leurs marges peuvent également modifier cet état. L'entretien est donc souvent nécessaire pour maintenir les rivières dans un état compatible avec l'ensemble de ces activités, tout en prenant en compte la préservation des milieux.

Ces opérations de gestion courante peuvent comprendre de nombreux types d'intervention :

- le curage des alluvions du lit,
- le faucardage de la végétation herbacée aquatique et semi-aquatique,
- les coupes sélectives de la végétation ligneuse et vivante présente en berge,
- l'élimination sélective des débris végétaux accumulés sur les berges ou dans le lit (bois mort),
- l'élimination complète des déchets humains de toutes tailles et de tous types.

Le présent guide ne traite pas de tous ces aspects mais exclusivement de la gestion de la végétation ligneuse vivante et du bois mort.

Cette gestion concerne, pour des linéaires importants, des cours d'eau de dimensions modestes situés en zone rurale ou forestière. Mais il ne s'agit pas simplement de couper des arbres, de brûler des branches ou de supprimer des barrages de bois. La réalisation de travaux sur des terrains en grande majorité privés, l'utilité de ces travaux pour la collectivité qui les engage, l'impact possible sur la vie du cours d'eau rendent en effet indispensable la mise en œuvre d'une réflexion approfondie et d'une démarche cohérente.

L'objet de ce guide est donc de fournir les éléments techniques et méthodologiques pour mettre en place des programmes d'entretien répondant à ces exigences et correspondant à des plans de gestion de la ripisylve et du bois mort, explicitant des **objectifs** d'entretien.

L'originalité de la démarche développée dans cet ouvrage est de définir un entretien adapté aux enjeux locaux et par conséquent différent tout le long de la rivière : "Faut-il entretenir tel ou tel secteur de rivière et, si oui, à quel niveau ?" constituent les principales questions auxquelles répond le plan de gestion.

Le guide est partagé en deux volumes :

- **le premier fascicule s'intéresse aux connaissances actuelles sur la ripisylve et sur ses nombreux rôles**, car cette connaissance est obligatoire pour la mise en place d'une gestion sectorisée. Il comprend à la fois des textes de vulgarisation et des articles plus approfondis faisant le point sur l'état de la connaissance scientifique. Ce premier tome apporte un nouvel éclairage sur certains sujets souvent connus superficiellement et des réponses, ou des pistes de réflexion, aux interrogations les plus fréquentes concernant la ripisylve : quelles sont les spécificités écologiques de cette forêt ? quels rôles joue-t-elle dans le fonctionnement général des cours d'eau ? quels sont ses effets sur l'écoulement des crues ? etc. En fonction de ses propres interrogations, le lecteur pourra donc sélectionner dans ce volume les éléments recherchés ;
- **le second fascicule propose une méthode pour définir un plan de gestion** et s'appuie sur un exemple d'application. Il nécessite d'être parcouru entièrement pour comprendre la démarche présentée. Des efforts importants ont été entrepris pour tenter de normaliser le vocabulaire employé, les relevés de terrain ou les symboles utilisés, afin qu'ils puissent être utilisés partout et en toute circonstance. De même, les principes méthodologiques développés dans cet ouvrage peuvent être utilisés pour tous les types de rivières où la définition d'objectifs sectorisés a un sens. Ils sont particulièrement adaptés à la gestion des petites et moyennes rivières. La gestion de la végétation en ville ou le long des grandes rivières aménagées pose en effet des problèmes très spécifiques et exige des réponses adaptées et individuelles évoquées mais non développées ici.

Enfin, il faut noter que ce nouvel outil méthodologique, qui ne demande qu'à être enrichi par ses utilisateurs, a déjà été testé sur plusieurs bassins versants. Il a montré sa pertinence et son utilité aussi bien pour le maître d'ouvrage qui définit la politique d'entretien à l'échelle du cours d'eau, que pour le technicien de rivière qui détermine concrètement les travaux à réaliser.

DEFINITIONS

Ripisylve :

- *Ripa* - signifie la rive, c'est-à-dire un espace marquant la limite entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. La rive s'étend au-delà de la berge et constitue un espace d'interface plat,
- *Sylva* - signifie la forêt.

La ripisylve est une formation végétale naturelle et riveraine d'un milieu aquatique ; elle forme un liseré étroit ou un corridor très large.



Les forêts alluviales sont des écosystèmes forestiers et naturels liés à la présence d'une nappe phréatique peu profonde et inondés de façon régulière ou exceptionnelle (Pautou, 1984). Leur existence, leur composition floristique et leur extension spatiale sont dépendantes des écoulements

Bois mort :

Le bois mort d'origine anthropique ou naturelle comprend des troncs isolés, des branches, des arbres entiers ou des accumulations de débris végétaux de dimensions hétérogènes, façonnées par les crues. **L'embâcle de bois** au sens strict désigne un barrage obstruant le cours d'eau.

Au sein de la ripisylve, on peut distinguer deux types de boisements :

- **le boisement de berge** correspond au couvert végétal situé près du lit mineur qui est fréquemment soumis aux crues et participe directement à la qualité physique du milieu aquatique,
- **la forêt de plaine alluviale** (ou "forêt alluviale") est un compartiment terrestre de l'hydrosystème, localisé sur ses marges et composé de groupements végétaux multiples, dominés par des groupements arborés. Il est possible d'observer, au sein de la forêt, des zones prairiales ou des bras secondaires du chenal.

superficiels et phréatiques. C'est un ensemble qui peut être vaste et qui se subdivise en sous-systèmes écologiques souvent très spécifiques par leurs caractères structuraux (composition floristique, organisation spatiale, ...) et leurs exigences en eau et en substrat (granulométrie des sols, teneur en matière organique).



La ripisylve est une forêt naturelle, riveraine d'un cours d'eau ou plus généralement d'un milieu humide (lacs, marais) ; elle peut correspondre à un liseré étroit comme à un corridor très large. Sa composition floristique et sa morphologie sont liées aux inondations plus ou moins fréquentes et/ou à la présence d'une nappe peu profonde. En bordure de cours d'eau, on distinguera la forêt alluviale ou forêt de lit majeur et le boisement de berge, situé à proximité du lit mineur. Ces boisements de berge sont ceux généralement gérés par les maîtres d'ouvrage dans le cadre des programmes d'entretien des rivières.

DYNAMIQUE VEGETALE ET COMPOSITION DES RIPISYLVES

Composition floristique des boisements spontanés et naturels

Les ripisylves sont composées d'essences ligneuses à **bois tendre**, comme les saules, les peupliers, les aulnes, ou à **bois dur** comme le frêne, le pin sylvestre, les érables et les chênes, etc. La plupart de ces espèces ligneuses se rencontrent dans tous les peuplements forestiers des bords de cours d'eau et ne présentent pas de caractères de rareté.

Sous climat méditerranéen, les corridors forestiers alimentés par une nappe à faible profondeur

forment des structures remarquables du paysage. Par ailleurs, dans les espaces alluviaux naturels, l'imbrication des nombreux stades de végétation, allant des stades pionniers aux stades les plus évolués, et la grande variété de milieux engendrée par celle-ci, constituent le caractère remarquable des ripisylves. L'origine de cette diversité écologique et les conditions de sa permanence ou de sa discontinuité sont des problèmes complexes à étudier.

La diversité floristique des forêts alluviales

Les marges végétales des rivières de plaine alluviale présentent des successions végétales d'une grande diversité. Elles sont soumises à un rajeunissement périodique mais toujours partiel et abritent ainsi une mosaïque végétale composée d'unités aquatiques, semi-aquatiques et terrestres.

Les groupements pionniers à bois tendres sont dominés par les Saules (*Salix alba*, *Salix purpurea*, *Salix eleagnos*, *Salix viminalis*, ...), Peupliers (*Populus alba* ou *Populus nigra*) et Aulnes (*Alnus glutinosa* ou *Alnus incana*). Les stades pré-mâtures à bois durs sont dominés avant tout par le Frêne (*Fraxinus excelsior* ou *Fraxinus angustifolia*), celui-ci cédant sa place dans les plaines alluviales intra-alpines à des résineux comme l'Epicéa (*Picea abies*) ou le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). Le Chêne (*Quercus robur*, *Q. pubescens* ou *Q. ilex*) apparaît dans les unités les plus évoluées.

Les marges de ces rivières abritent également des arbustes de sous-bois typiques d'unités déjà évoluées tels que le Camerisier à balais (*Lonicera xilostemum*), les Prunus, le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Troëne (*Ligustrum vulgare*), l'Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), ...

L'abondance des lianes, la Clématite vigne blanche (*Clématis vitalba*), la Douce amère (*Solanum dulcamara*), le Houblon (*Humulus lupulus*), le Lierre (*Hedera helix*), ... est un caractère typique des ripisylves. Cette profusion reflète la grande richesse et l'humidité des sols et offre visuellement une ambiance tropicale. Dans certains secteurs très domestiqués, les espèces indigènes cèdent souvent la place à des espèces favorisées ou introduites et très compétitrices comme le Robinier (*Robinia pseudoacacia*) ou l'Ailante (*Ailantus glandulosa*).

Ces formations présentent une grande richesse et une originalité floristique, structurale et écologique (Carbiener, 1970). J. Girel, G. Pautou et A. Pais ont ainsi recensé près de 70 unités végétales différentes sur 9 km de rivières lors du levé de la carte de la végétation de la basse plaine de l'Ain (Roux et al., 1986). Les communautés prairiales mésohygrophiles du Haut-Rhône peuvent regrouper jusqu'à 50 espèces (Pautou et Décamps, 1985 ; Pautou et al., 1985). Ces forêts constituent ainsi un réservoir génétique de première importance (Scher et Scharzschild, 1989).

La dynamique végétale dans les ripisylves

Dans les larges corridors boisés des plaines alluviales, la dynamique d'érosion - sédimentation explique l'existence d'une mosaïque de groupements de végétation d'âges divers ainsi que l'interpénétration de la forêt alluviale et du chenal actif. Une telle dynamique naturelle est aussi caractéristique des cours d'eau de petite taille qui peuvent divaguer mais sur un espace plus limité.

La ripisylve est ainsi renouvelée et rajeunie naturellement grâce aux crues et aux phénomènes d'érosion et de transport qui exportent les débris végétaux vers l'aval. Pour s'exprimer, ces mécanismes naturels exigent toutefois que l'espace "tampon" susceptible d'être soumis à l'érosion soit relativement large. Or la pression humaine sur les terres riveraines ne le permet que trop peu souvent.

Les processus régulant l'évolution des ripisylves

Les processus d'évolution des ripisylves peuvent être envisagés selon quatre points de vue :

1. selon leur nature

- Les phénomènes physiques concernent surtout l'influence de l'eau. L'eau du chenal, en période de crue, balaie les litières, érode les sols et définit la zone inondable. Les fluctuations de la nappe conditionnent la disponibilité en eau et l'aération des sols. L'eau agit donc comme un facteur limitant écologique. Elle sera tout à la fois un obstacle, un frein ou un élément favorable. Ces processus physiques sont incontrôlables dans un chenal naturel ; ils pèsent de manière impérieuse sur l'occupation et la physionomie des zones basses.
- Les phénomènes chimiques et/ou biotiques sont liés à la nature et à l'évolution des sols : richesse en éléments nutritifs et pH conditionnent le développement de la végétation.

2. selon leur origine

- Les processus allogènes, ou externes au milieu lui-même, concernent surtout les dépôts ou reprises d'alluvions récentes. Ils représentent une des entrées du système de la vallée et réalisent avec les apports de limons fins les conditions d'installation des communautés pionnières.
- Les processus autogènes, ou internes au milieu lui-même, se réalisent par une évolution "sur place". Ils apparaissent dès que les groupements pionniers cèdent la place aux forêts de bois tendre (saulaies, aulnaies) avec les phénomènes de compétition entre espèces et l'enrichissement des sols.

3. selon leur réversibilité

- Les phénomènes réversibles se rencontrent surtout dans les zones basses, à haute énergie, où pèse la contrainte de l'eau. Les déplacements du chenal, la sédimentation et l'érosion ne sont jamais définitivement établis dans la zone de remaniement : tout peuplement n'y est que temporaire, toute situation n'y est que provisoire.

- Les phénomènes irréversibles concernent les zones mises hors d'eau avec une différenciation durable des sols et l'évolution quasi définitive de la végétation vers les stades évolués à bois durs.

4. selon leur vitesse

Les différents processus agissent simultanément dans l'ensemble de la vallée, mais chacun à son rythme propre. Ainsi opposera-t-on :

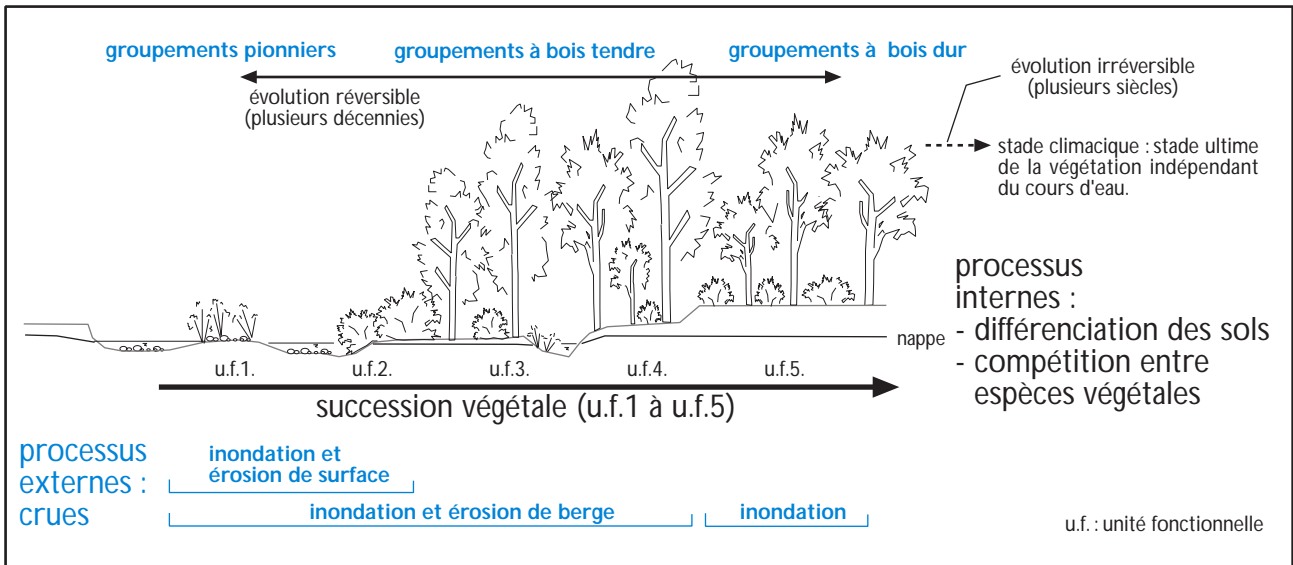
- l'épisode violent mais bref comme la crue, qui déplacera le chenal, créera ou abandonnera un méandre. Davantage que les crues exceptionnelles, ce sont les crues fréquentes qui jouent un rôle essentiel sur la morphologie du lit et le "rajeunissement" des milieux,
- l'épisode discret mais persistant, comme l'installation de la chênaie, étendue sur plusieurs dizaines de décennies et agissant en quelque sorte comme un bruit de fond.

Les modes d'exploitation des milieux alluviaux peuvent largement perturber ces processus naturels en modifiant les rapports qualitatifs et quantitatifs entre les espèces et la dynamique de colonisation des "trouées". La construction d'infrastructures (routes, voies de chemin de fer, digues, barrages, terrains de camping et/ou de golf, urbanisation, ...) influence aussi, de façon brutale et durable, les évolutions naturelles. Les recherches actuelles sur les processus de succession végétale portent sur la compréhension de ces effets, afin de donner aux gestionnaires des outils pour la gestion globale des territoires alluviaux.

La structure du paysage riverain est en effet un bon indicateur, sur des pas de temps de quelques décennies, pour mettre en évidence les dysfonctionnements du cours d'eau. Sa compréhension est également indispensable pour mettre en place des plans de gestion préservant la richesse et la diversité naturelle des milieux alluviaux.



Sur une rivière qui dispose d'un espace de liberté suffisant et dont le débit n'est pas régulé, la ripisylve ne nécessite aucune intervention particulière pour se maintenir ou se développer.



Le schéma ci-dessus résume les différents processus mis en jeu et leurs interactions dans l'espace et dans le temps. La mosaïque riveraine est composée d'une multitude d'unités fonctionnelles (aulnaie, peupleraie, cariçaie, ...) de différents âges. Chacune d'elles s'inscrit dans une **succession végétale**.

Si l'on prend l'exemple d'un banc de galets avec des groupements pionniers à graminées, unité primitive d'une succession végétale (UF1), celui-ci est progressivement colonisé par une saulaie arbustive (UF2), une saulaie-peupleraie noire (UF3) puis une peupleraie blanche (UF4), etc. Le cortège floristique se modifie en même temps que le milieu (accroissement de l'épaisseur des limons de débordement, abaissement relatif du

toit de la nappe phréatique). Les stades de cette succession écologique peuvent être soumis à des régressions (UF3=>UF1) en raison des phénomènes d'érosion qui peuvent affecter l'unité : érosion de surface durant les périodes d'inondation ou érosion de berge conduisant à la destruction totale de l'unité.

Généralement, les actions humaines en matière d'entretien touchent prioritairement le cortège floristique et non son support physique. Elles peuvent ainsi favoriser la régénération de telle ou telle espèce et modifier la composition des groupements végétaux. L'essartage (déboisement total avec suppression des souches et "griffage" des sols) constitue lui, un mode d'entretien particulier en déclenchant artificiellement une nouvelle succession végétale (UF1=>UFn).



La ripisylve peu étendue dans cette zone de gorges est essentiellement constituée de massifs de saules arbustifs, d'aulnes et de peupliers, se développant en priorité près de l'eau. Les peuplements forestiers riverains visibles sur cette photographie (juin 1996), et qui avaient totalement disparu après la forte crue de 1981 (Q100 ≈ 2000 m³/s), se sont reconstitués spontanément et rapidement depuis (Boyer, 1997).



Cette deuxième photographie est prise peu de temps après la première (février 1997) et juste après une nouvelle crue (Q40 ≈ 1400 m³/s). Les hauteurs d'eau comme les vitesses ont été très importantes et beaucoup d'arbres ont été arrachés. Les sols une nouvelle fois décapés, ne peuvent se différencier et forment des substrats neufs, pauvres et très filtrants, où la végétation pionnière va de nouveau s'installer. On observe également que la strate basse ou arbustive a beaucoup mieux résisté aux forces d'arrachement que la strate arborée haute.

Le problème des espèces envahissantes

Le phénomène d'invasion des rivières par des espèces exotiques a pris depuis quelques années une ampleur très importante et peut être

considéré comme un élément modifiant durablement les paysages ripicoles et limitant la diversité biologique des rives.



Certaines espèces exotiques, introduites volontairement ou accidentellement, ont la faculté de se multiplier au détriment des espèces indigènes, notamment dans les espaces remaniés par les activités humaines. Elles conduisent rapidement à une banalisation floristique des berges. Elles sont peu efficaces pour le maintien des berges et ne peuvent assurer les nombreux rôles positifs des peuplements végétaux naturels (épuration, ombrage, abris pour la faune, valorisation du paysage, ...).

De telles espèces prennent un caractère envahissant dès lors qu'elles sont :

- à caractère colonisateur ou pionnier,
- à croissance rapide et fort taux de germination,
- à mode de reproduction basé sur une puissante émission de graines à grand pouvoir de dispersion et/ou une forte capacité à se multiplier de façon végétative,
- souvent émettrices de substances toxiques.

Certains milieux sont plus sensibles que d'autres aux invasions, tels les milieux fortement perturbés. Du fait de la dynamique fluviale, les réseaux hydrographiques sont des cibles privilégiées des invasions. Les foyers de propagation sont toujours localisés sur des sites remaniés tels que les remblais, les décharges ou les enrochements et démontrent que les activités humaines, ou les aménagements, jouent un rôle prépondérant dans

la propagation des espèces envahissantes le long des rivières. Le débroussaillage des berges ou les travaux d'entretien des boisements de rive peuvent également favoriser leur propagation.

Les espèces envahissantes les plus agressives ou "dominantes" sont (Planty-Tabacchi, 1993) : les Jussies (*Ludwigia sp.*), l'Elodée du Canada (*Elodea canadensis*), le Myriophille brésilien (*Myriophyllum brasiliense*), le Chiendent des eaux (*Paspalum paspaloides*), le faux Indigo (*Amorpha fruticosa*), le Buddleia (*Buddleia sp.*), l'Impatiens géante (*Impatiens glandulifera*), l'Erable negundo (*Acer negundo*), le Robinier (*Robinia pseudo-acacia*), la Renouée du Japon (*Polygonum ou Reynoutria sp.*), les Lampourdes (*Xanthium sp.*), l'Ambrosie (*Ambrosia*) fortement allergène, les Solidages (*Solidago sp.*), les Onagres (*Oenothera sp.*).



L'élimination totale des plantes envahissantes exotiques est aujourd'hui totalement illusoire. Il est donc préférable de composer avec leur présence et de prendre des mesures préventives pour éviter leur propagation le long des rivières, avant d'engager des programmes de lutte longs et coûteux.



Implantation "discrète" de la Renouée du Japon.
Sur cette rivière de Franche Comté, la Renouée du Japon est apparue depuis moins de 10 ans. La colonisation du cours d'eau a démarré en aval de ce site et sur un affluent dont le lit a été profondément remanié sur un secteur d'environ 1 km.



Invasion de la Renouée du Japon.
Sur ce cours d'eau urbain et très artificialisé de Rhône-Alpes, la Renouée du Japon a trouvé les conditions idéales à son installation et recouvre maintenant les berges sur plusieurs kilomètres.

Un exemple : la Renouée du Japon

Caractéristiques écologiques

Depuis plusieurs années, cette plante a suscité une forte mobilisation des différents gestionnaires des espaces publics. Elle est donc un bon exemple pour montrer les perspectives et les limites de la lutte contre les espèces exotiques envahissantes. La Renouée du Japon (*Reynoutria japonica* Houtt.; *Polygonum cuspidatum*, Siebold et Zucc.) est une plante herbacée pérenne originaire d'Asie et appartenant au genre appelé *Reynoutria* ou *Fallopia* (anciennement *Polygonum*). Ce genre comprend quelques espèces autochtones européennes mais surtout deux espèces géantes exotiques, *R. japonica* et *R. sachalinensis*.

Les principales caractéristiques biologiques de la Renouée du Japon sont les suivantes (Schnitzler, 1997) :

- présence de rhizomes (tiges souterraines) pouvant vivre de longues années et à partir desquels la plante se développe très tôt en saison (supplantant ainsi les autres) et se multiplie (la dissémination de la Renouée est souvent due au transport de ses rhizomes lors des travaux de terrassements ; des fragments de rhizomes ou de tiges aériennes sont en effet suffisants pour régénérer des massifs entiers),
- unité structurale des massifs (toutes les tiges d'un massif sont interconnectées par les systèmes racinaires),
- feuillage abondant produisant un fort ombrage au sol et une grande quantité de litière, qui élimine la végétation concurrente,
- gigantisme des individus aussi bien au niveau des systèmes aériens que souterrains, qui peuvent s'étendre sur plusieurs mètres de profondeur,
- prolongation de la période de croissance par le décalage de la floraison et de la fructification en fin d'été,

- floraison très attractive pour les insectes du fait de son caractère tardif (fin août-septembre) et grande production de graines (plusieurs milliers sur une même tige),
- production de substances toxiques provoquant des nécroses sur les plantes concurrentes,
- réparation rapide des dommages physiques à partir des réserves souterraines.

Ces stratégies de croissance et de reproduction confèrent à ces plantes une grande capacité d'adaptation et de colonisation, qui, conjuguées à l'absence de prédateurs ou de concurrents directs en France, expliquent leur caractère envahissant. Elles se développent plus particulièrement dans les milieux perturbés offrant une résistance moindre à l'envahissement. **L'artificialisation du lit et des berges et la disparition des ripisylves expliquent très souvent l'apparition de cette plante sur les rivières** (les Renouées s'installent souvent en premier lieu sur les enrochements).

Les premiers individus ont été introduits en France, il y a une cinquantaine d'années, comme plantes ornementales. La Renouée du Japon est aujourd'hui très implantée sur les rivières des régions du nord-est et sud-ouest : Champagne-Ardenne, Alsace-Lorraine, Franche-Comté, Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon. Sa fréquence plus rare en montagne est vraisemblablement due à sa grande sensibilité au gel (limite altitudinale d'environ 1400 m) et son absence des zones méditerranéennes est due aux étés trop secs. Les sols calcaires ou trop longtemps engorgés lui sont également peu favorables.

Les moyens de lutte

Le premier moyen de lutte et le plus efficace pour éviter la propagation des Renouées asiatiques sur les rivières est de conserver les boisements riverains naturels et de limiter l'artificialisation des berges et du lit. Une fois ces plantes installées, leur éradication paraît à l'heure actuelle impossible par des traitements chimiques ou mécaniques.

Plusieurs types de traitements ont été essayés :

- les traitements chimiques nécessitent une grande prudence. En effet, la seule matière active efficace des marques commerciales actuellement homologuées pour le traitement des berges est le glyphosate qui manque totalement de sélectivité et peut détruire la flore locale indigène. De plus, la pulvérisation répétée de produits chimiques sur de grands linéaires de berges soulève de nombreuses interrogations à propos des impacts sur la vie aquatique et pour lesquelles il est aujourd'hui difficile de répondre,
- le recours au traitement mécanique par des fauches répétées nécessite de longues années d'applications pour être efficace. Le principe de ce traitement est d'épuiser progressivement les réserves souterraines de la plante et d'éviter la montée en graines. Combiné avec une revégétalisation du site par des espèces

concurrentes, ce traitement peut permettre de recréer un couvert végétal plus naturel. Il nécessite cependant une grande prudence de mise en œuvre pour ne pas favoriser la propagation de la plante à partir des tiges coupées. Les traitements mécaniques seront d'autre part plus efficaces au niveau des tronçons de rivière peu artificialisés alors qu'ils seront beaucoup plus difficiles sur les autres, **car les conditions favorables au développement de cette plante restent toujours présentes**. Le pâturage des berges par du bétail peut remplacer les fauches mécaniques.

D'autres essais de lutte ont été conduits mais n'ont pas donné de résultats positifs : arrachage des rhizomes, couverture du sol par un géotextile, essais de dévitalisation des rhizomes par des traitements individuels, ... Des recherches sont également en cours pour utiliser la lutte biologique.

Pour engager un programme de lutte contre ces plantes, une surveillance continue de l'évolution des berges des cours d'eau est indispensable. Cartographier les sites d'implantation de ces plantes, mettre au point un programme de lutte, engager puis suivre ce programme et ses effets, nécessite de longues années et **la présence constante d'un technicien**.

Evolution historique de la ripisylve

Données concernant le paysage originel des cours d'eau du climat tempéré

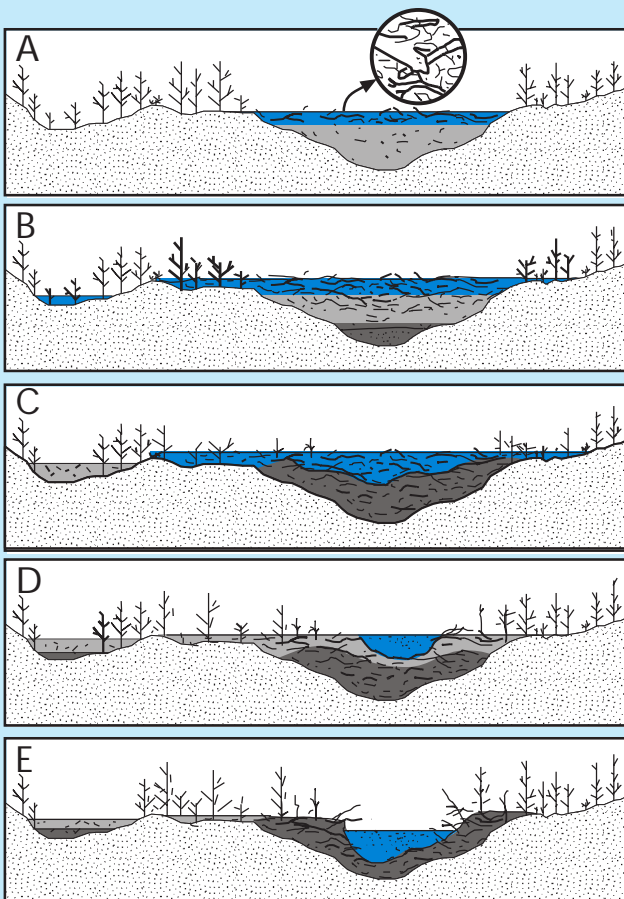
La référence historique constitue une source très riche de données pour comprendre le rôle des activités humaines et la part de l'évolution naturelle sur les changements observés dans les paysages de rivière. L'un des impacts les plus marquants du développement des sociétés occidentales a, par exemple, été la sévère réduction de la quantité de bois mort présent à

la fois sur les sols forestiers et dans les milieux fluviaux associés. En Europe, les paysages totalement naturels ont disparu depuis trop longtemps pour être connus précisément aujourd'hui. Mais ils peuvent être étudiés à partir des données historiques disponibles sur d'autres continents.

Les cours d'eau du nord-ouest des Etats-Unis : une référence de l'état naturel

Les rivières de petite et moyenne taille du nord-ouest des Etats-Unis ont un fonctionnement qui a été peu altéré jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. Les pionniers qui ont mis en valeur le bassin de la Columbia ont laissé des archives écrites qui sont aujourd'hui une source

inestimable permettant de comprendre quel était le fonctionnement originel des cours d'eau du climat tempéré. Ce fonctionnement ne peut pas être apprécié avec autant de finesse en Europe, du fait de l'ancienneté des activités humaines sur les cours d'eau.






-  eaux chargées en matières en suspension
-  dépôts de sédiment organique et minéral
-  bois mort

Diagramme schématisant les changements géomorphologiques affectant la Red River à la suite de la formation et de la destruction naturelles d'un embâcle de bois (d'après Triska, 1984).

- A : embâcle de bois initial colmaté par les matières en suspension.
- B : engraissement de l'embâcle initial par de nouveaux apports de bois provoquant l'inondation des milieux riverains et l'exhaussement du chenal.
- C : élargissement et approfondissement des annexes fluviales, mort des espèces de bois durs et essor des espèces de bois tendre, alluvionnement en zone riveraine.
- D : rupture de l'embâcle à la suite d'une crue.
- E : reconstitution par érosion latérale et verticale d'un nouveau chenal.

Les rivières de haute énergie, tout comme les rivières de plaine, qu'elles s'écoulent sur des alluvions ou qu'elles soient contrôlées par des affleurements du substratum, étaient caractérisées par de grosses accumulations de bois (Sedell et Luchessa, 1982). Ces mêmes auteurs ont recensé dans les archives au moins 27 rivières des états d'Orégon et de Washington **dont le lit au XIX^e siècle était totalement bloqué par des embâcles sur tout ou partie de leur linéaire.**

Les descriptions les plus anciennes des rivières du nord-ouest américain, réalisées par les armées britanniques et des Etats-Unis, font état de vallées si marécageuses que les convois suivaient le bord des versants. Voyager sur les interfluves et non dans les talwegs était une pratique commune.

Ces paysages originels ont disparu au milieu du XIX^e siècle avec l'essor de l'industrie forestière lié au développement des voies de chemin de fer et de l'activité minière en Californie dans les années 1860 (Sedell et Luchessa, 1982). Dans le nord-ouest des Etats-Unis, le développement de l'activité forestière dépendant de la présence de voie d'acheminement, la plupart des cours d'eau ont été nettoyés pour permettre le flottage des bois. En 1883, un journal du Comté de Columbia (Orégon) annonce ainsi que tous les cours d'eau de taille moyenne ont été nettoyés afin de permettre au bois de transiter par la voie d'eau au moment des crues.

Dans les grandes rivières de plaine, le rôle écologique des embâcles de bois est encore peu connu dans la mesure où ils ont été systématiquement enlevés depuis plus d'un siècle à cause des gênes qu'il causait à la navigation. Triska (1984) démontre néanmoins que le bois mort était fortement présent dans les grandes rivières américaines avant la colonisation européenne. **Il constituait un agent de transformation du lit de**

grands cours d'eau (tels que la Red River en Louisiane) **et de leurs marges en créant des lacs** (voir le schéma ci-contre).

Son travail repose sur des archives datant de la période 1827-1920 (Paxton, 1829 ; Long 1841 ; Abert, 1845 et Woodruff, 1873). La Red River est le principal affluent méridional du Mississippi (1200 km de long, 236000 km² de bassin versant, débit moyen instantané de 705 m³/s, largeur moyenne actuelle 215-365 m). Le secteur de "Great Raft" s'étendait sur près de 400 km. Il s'agissait d'un tronçon de la rivière caractérisé par une très forte concentration d'embâcles de bois flottés. **Le plus grand barrage s'étendait en continu sur près de 225 km de long ; la longueur maximale des fûts structurants l'ouvrage atteignait 30 à 36 m pour un diamètre maximal de 1,75 m.**

Sedell et Froggatt (1984) ont également montré que la Willamette River (474 km de long, 29138 km² de bassin versant, 108 m de largeur, module de 348 m³/s), un affluent de la Columbia, était également une rivière fortement obstruée au XIX^e siècle par des bois flottés. L'enlèvement des embâcles par le corps des ingénieurs de l'armée des Etats-Unis ne commença pas avant 1868. Les trappeurs des années 1820 et les naturalistes de la fin du XIX^e siècle ont ainsi décrit avec précision les paysages de fond de vallée. **A cette époque, la rivière avait une plaine d'inondation très large (1,6 à 3,2 km) et entièrement boisée. Chaque année de nouveaux chenaux s'ouvraient alors que des anciens étaient obstrués par des embâcles de bois.** Un rapport du secrétariat à la guerre note en 1875 que la rivière avait de multiples lits, tous étant obstrués par des embâcles "trop nombreux pour être comptés". **Les arbres couchés en berge étaient tout aussi abondants (un tous les 1,6 m de berge contre un tous les 300-400 m aujourd'hui).**

Le développement récent des ripisylves

La ripisylve, révélatrice des pratiques socioculturelles du monde rural

Les ripisylves sont des formations végétales récentes en France. On enregistre en effet depuis le début du siècle un reboisement des lits mineurs et majeurs, non seulement des grands cours d'eau français (Rhône, Loire) et de leurs principaux affluents (Allier, Ain, Drôme, ...), mais également des cours d'eau de taille plus modeste. Au début du siècle, les boisements étaient très exploités, souvent peu denses, voire clairsemés et généralement très peu larges. Les cultures ou les prés venaient communément jusqu'au bord du cours d'eau.

Mais cette situation traduisait alors plus le souci d'exploiter au maximum les terres dans une France encore très rurale jusqu'à la seconde guerre mondiale, que celui d'entretenir les cours d'eau. La rivière était d'ailleurs une ressource essentielle pour la population : elle servait à l'alimentation de nombreux moulins ou scieries,

à l'irrigation et l'amendement des prés, à la fourniture de bois de chauffage, à la pêche, au bétail, etc. Tous ces besoins contribuaient à l'exploitation régulière des boisements riverains et à la limitation de leur extension latérale. Mais l'exode rural va provoquer peu à peu l'abandon de ces pratiques et l'extension et la densification des boisements riverains. Le bois dans les rivières apparaît donc comme un élément nouveau du paysage.

La situation actuelle résultant de cet abandon de l'exploitation des rives n'est cependant pas toujours aussi préoccupante que l'image qui en est souvent donnée. **Ces espaces riverains sont en effet rarement totalement abandonnés et le développement des ripisylves constitue bien souvent un bénéfice pour le fonctionnement naturel du cours d'eau.**



Le même cours d'eau dans les Bauges (Savoie) en avril 1910 et avril 1998.



La même vallée dans les Bauges (Savoie) en 1933 et 1998.

En montagne, les activités traditionnelles et la vie en autarcie d'une population rurale nettement plus importante qu'aujourd'hui, concouraient à limiter l'extension des espaces boisés sur les versants ou le long des cours d'eau. Sur le secteur du haut, le cours d'eau alimentait ainsi trois moulins successifs. Sur celui du bas, les prairies descendaient jusqu'au bord du torrent et les alpages occupaient une grande partie des sommets et des versants. En 1875, on dénombrait en Savoie pas moins de 804 moulins à meules ; il en restait en 1968, seulement 60 (Source : Amis des Moulins Savoyards). L'eau était utilisée pour irriguer les prés et les cultures et remplacer la force animale (scierie, moulin, battoir).

La régression des espaces boisés en montagne a été considérée, il y a un siècle, comme l'élément essentiel à l'origine des crues dévastatrices subies en aval. Après la forte crue de 1899, un projet de périmètre de restauration des terrains en montagne incluant les deux cours d'eau ci-dessus avait donc été proposé. Il prévoyait de reboiser tous les vallons du bassin versant (387 ha). Bien que ce projet n'ait pas été réalisé, ce reboisement s'est produit en grande partie spontanément à la suite de l'exode rural (Boyer, 1998).

La ripisylve, indicatrice des modifications du fonctionnement physique des cours d'eau

Parallèlement à l'évolution du monde rural, le développement de la ripisylve peut également être mis en relation étroite, sur certains bassins versants aménagés, avec la suppression des crues les plus fréquentes et/ou la réduction du transport solide grossier. Ces petites crues assurent en effet le rajeunissement périodique de la végétation et le maintien de la capacité du chenal d'écoulement. Leur suppression permet donc une explosion végétale souvent spectaculaire et qui nécessite d'être contenue artificiellement

(essartement, pâturage, ...). La réduction du débit solide, bloqué au niveau des ouvrages, agit de manière voisine en provoquant l'enfoncement du lit des rivières et en réduisant la fréquence des débordements.

De manière plus générale, les transformations morphodynamiques, d'origine naturelle ou non, se traduisent par des changements rapides au niveau de la végétation riveraine.



La confluence Chasse-Verdon vers 1930 et en 1996.



Le lit de la Chasse vers 1905 et en 1996 (même endroit)

Entre ces deux époques, la confluence de la Chasse et du Verdon s'est déplacée, puis lors de la forte crue de 1994, le Verdon a entaillé le cône de déjection de la Chasse (ces deux observations permettent d'expliquer l'enfoncement de son lit). La Chasse, qui, elle, n'a pas connu

de très forte crue depuis 1926, a vu son lit se reboiser et se rétrécir (Kouliniski et al, 1997). On peut également noter une régression des prairies et des cultures sur le bassin versant au profit de la forêt (spontanée ou issue des travaux RTM du début du siècle).

La situation dans le bassin du Rhône

Alors que les ripisylves occupaient originellement les marges des rivières du climat tempéré, rares sont celles qui existent encore au XVIII^e siècle en Europe. C'est ainsi que le cadastre napoléonien révèle que les lits majeurs de l'Ardèche et de l'Ouvèze étaient labourés jusqu'aux abords du lit mineur dans la première moitié du XIX^e siècle (Piégay, 1995). Si tous les systèmes fluviaux enregistrent un reboisement de leurs marges au cours de l'époque contemporaine, la chronologie de cette évolution et ses causes diffèrent cependant d'un système à l'autre.

Trois grands ensembles se distinguent : les cours d'eau des plaines intra-alpines, les cours d'eau de piémont, les tronçons de rivière localisés à l'aval de barrages.

1. Les premiers présentent une recolonisation végétale précoce. En 1733, l'espace riverain du Giffre, actuellement occupé par la forêt, est déjà semi-naturel ; il est représenté sur la Carte sarde comme une lande arbustive, une formation relativement ouverte. C'est en fait la politique conduite par les Sardes au XVIII^e siècle et qui imposait le maintien d'arbres en berges dans le but de limiter la divagation du lit, puis la politique forestière française de la fin du XIX^e siècle qui permirent le développement de ce corridor boisé précoce et original à l'échelle de la France.

2. Les cours d'eau de piémont n'ont enregistré une recolonisation végétale de leur lit majeur qu'après 1945. Tel est le cas de l'Ain, de l'Ardèche, de l'Ouvèze, du Roubion ou encore de la Drôme et du Vidourle. Cette tendance régionale pourrait être liée aux transformations qui ont touché le monde rural au cours des trente Glorieuses. L'agriculture qui associait traditionnellement culture et élevage et qui s'étendait sur l'ensemble des terroirs, y compris les moins productifs, comme les marges fluviales soumises à de fréquentes inondations, se spécialise et se reconcentre sur les meilleures terres. Parallèlement, le bois de chauffe est progressivement abandonné en tant que combustible domestique au profit du fuel. Ces deux évolutions synchrones expliquent l'abandon de ces marges par l'homme et leur évolution spontanée vers la forêt.

La colonisation végétale ne touche pas seulement le lit majeur. Elle est également observée dans le lit mineur de toutes les rivières étudiées. Deux principales raisons, le plus souvent indissociables, expliquent ce phénomène :

i) le boisement du lit majeur observé sur les rivières de piémont s'est propagé en lit mineur. Les arbres qui se développent sur les marges du chenal influencent sa géométrie et modifient notamment la rugosité des berges, facilitant ainsi l'installation de jeunes arbres dans la bande active. Un tel ajustement des structures biologiques aux

nouvelles contraintes hydrauliques s'arrête néanmoins au moment où un nouvel équilibre forêt - chenal est trouvé,

ii) la végétalisation peut s'expliquer par une modification naturelle du régime hydrologique à l'échelle de plusieurs décennies, voire d'un siècle. La colonisation arborée du lit majeur de l'Ubaye date ainsi des années 1910-1920, soit 30 à 40 ans seulement après le début du reboisement volontaire du bassin versant par les services RTM. La végétalisation de la Drôme est postérieure mais pourrait correspondre à une réduction : i) des pics de crue après 1925 ii) de la charge de fond à la suite du reboisement volontaire d'une partie du bassin et de la construction de plusieurs milliers de petits barrages sur les affluents les plus actifs.

3. L'aménagement des cours d'eau pour la production hydroélectrique ou pour la fourniture d'eau à usage agricole

et urbain a sévèrement modifié l'hydrologie de certaines rivières à fond caillouteux ainsi que le transport de la charge de fond. C'est le cas, par exemple, des vieux Rhône depuis 1953 (date de mise en service de Donzère-Mondragon) et de la Durance court-circuitée depuis la réalisation du réservoir de Serre-Ponçon et du canal de Provence en 1959. La réduction du périmètre mouillé favorise le développement des ligneux pendant la période végétative et la réduction du transport solide diminue les contraintes exercées sur la végétation en place. Il en résulterait un envahissement complet du lit vif si les cahiers des charges de la Compagnie nationale du Rhône et d'E.D.F. ne prévoyaient un essartage régulier. Les tronçons de cours d'eau où cette politique n'est pas mise en œuvre, comme à l'aval des réservoirs du Drac entre le réservoir de Saint-Georges-de-Commiers et le confluent de la Romanche, donnent une image de ce que peuvent être les lits fluviaux soumis à la dynamique végétale.

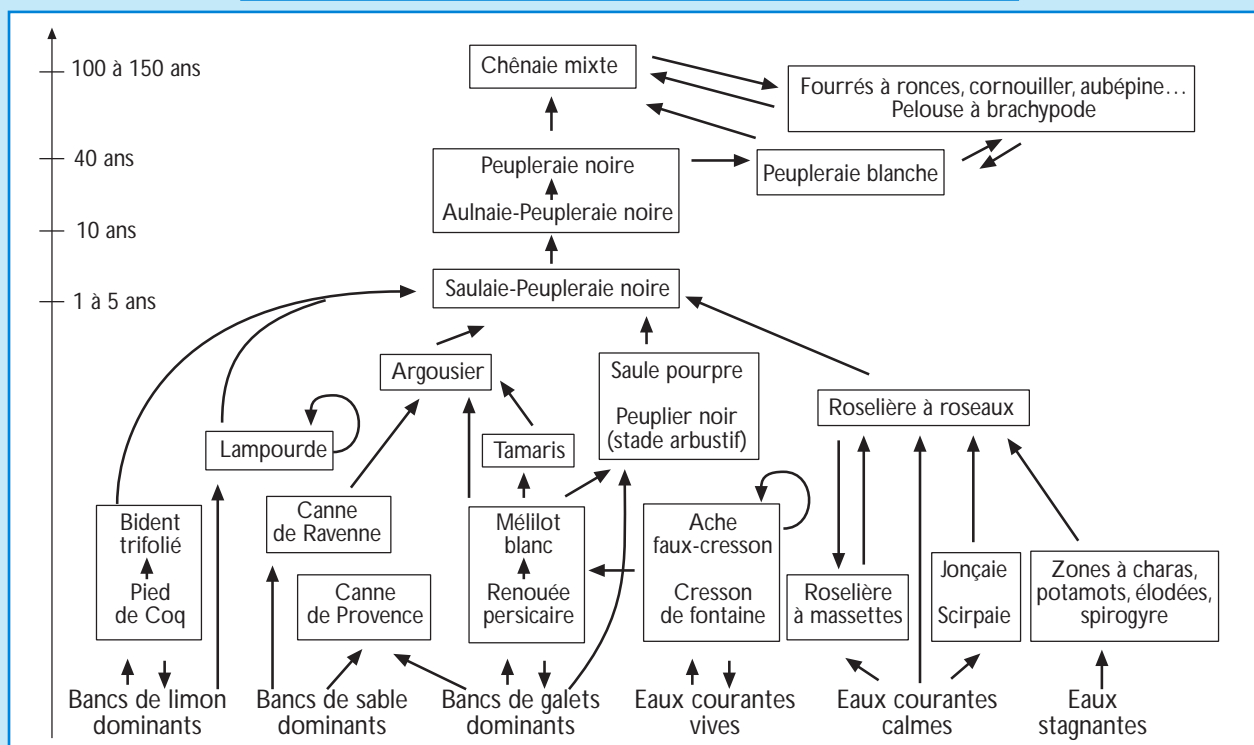
La Durance en aval de Serre-Ponçon : un exemple de transformation rapide des milieux alluviaux et de l'évolution des groupements végétaux

Le régime hydrologique de la Durance a été profondément modifié à partir des années 60 (mise en service du barrage de Serre-Ponçon) et des aménagements pour la production électrique et l'irrigation de la Provence. Le débit moyen annuel était d'environ 180 m³/s avec des étiages sévères de 30 à 40 m³/s ; le débit régulé le plus fréquent est aujourd'hui de quelques m³/s seulement. La suppression des petites crues, la rétention du transport solide au niveau des barrages, l'enfoncement du lit sur certains secteurs ont complètement modifié les successions végétales et provoqué une forte progression des groupements arborés. Actuellement, une vingtaine de groupements ont été identifiés par les botanistes et

plus de 50 espèces remarquables ont été recensées dans l'espace alluvial de la Durance. Le schéma des successions végétales actuelles est présenté ci-après (S. Caux du bureau d'études Césame, comm. pers. ; Gallois-Montbrun, 1983).

La proportion relative des différents groupements s'est modifiée avec une progression de ceux situés dans le haut de la succession au détriment des autres. Ces modifications des structures végétales ont eu des répercussions nombreuses et complexes sur la faune inféodée à ces différents milieux et sur l'écoulement des eaux (actuellement, le lit doit être essarté régulièrement pour maintenir la capacité d'écoulement des crues).

Les successions végétales en Basse et Moyenne Durance





Les paysages riverains sont extrêmement variables et cela à des pas de temps très courts (quelques décennies). Ces changements sont par conséquent très sensibles pour la population qui vit près des cours d'eau. La végétalisation du lit des rivières, communément perçue comme un facteur aggravant des crues, alors qu'au début du siècle elle a été fortement recherchée, est souvent une conséquence normale et naturelle de l'évolution des pratiques humaines et du fonctionnement physique des cours d'eau.



Du fait des faibles pressions anthropiques exercées sur cette rivière, de vastes étendues prairiales, des chênaies séculaires inondables et des ripisylves denses et multistratifiées se sont développées. Toute la diversité des strates et des espèces est présente ici (certains auteurs n'hésitent pas à comparer ces zones à des systèmes tropicaux) et la richesse spécifique est exceptionnelle. Eric Tabacchi (1992) a dénombré plus de 700 espèces (soit environ le cinquième de la flore française) dans un tronçon de 2 km de cours d'eau (100 ha).



Dans cette vallée, les activités agricoles laissent peu de place à la ripisylve. La diversité biologique est faible (15 espèces banales sur 3,5 km de rive). Les replantations se font essentiellement en peuplier hybride de sorte que même le peuplier noir, indigène de ces grandes vallées alluviales, est quasiment inexistant ou très abâtardi par les croisements génétiques avec ces cultivars. Le système racinaire de ces peupliers n'est pas adapté au maintien des berges, qui se trouvent rapidement érodées. Mais à la suite de crues dévastatrices entraînant de gros dégâts dans les terroirs agricoles, une prise de conscience est en train de s'opérer dans la plupart des grandes vallées alluviales. De plus en plus d'agriculteurs cherchent ainsi à réhabiliter les ripisylves.

L'intérêt patrimonial des ripisylves

Par les nombreuses fonctions écologiques, sociales et économiques qu'elles peuvent jouer, les ripisylves présentent un intérêt patrimonial certain pour la collectivité. Cette valeur patrimoniale, maximale quand ces différentes fonctions peuvent être assurées, dépend de deux caractéristiques essentielles :

i) l'espace potentiel sur lequel une ripisylve est susceptible de se développer,

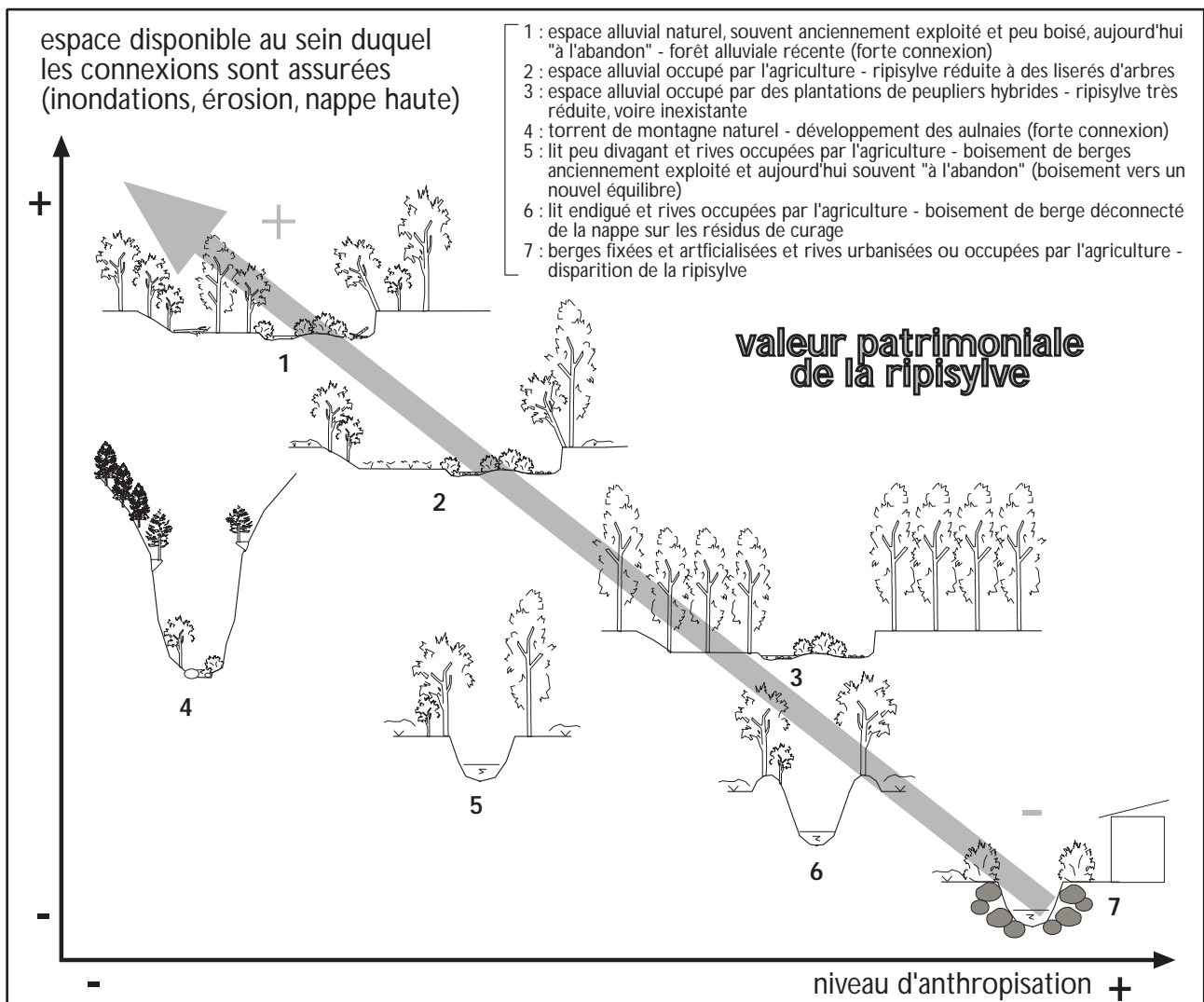
ii) le niveau d'anthropisation du cours d'eau.

Le premier facteur est étroitement dépendant de la morphologie de la vallée et s'exprime à travers le **degré de connexion** liant les milieux riverains aux milieux aquatiques (cf. figure ci-dessous) : la connexion est maximale lorsque la ripisylve est développée dans une plaine d'inondation. Elle se réduit d'autant plus que le contact terre-eau s'amenuise (berges de plus en

plus hautes marquant le contact entre le lit mouillé et un niveau de terrasse ou le versant de la vallée, accroissement de la distance séparant le toit de la nappe phréatique des systèmes racinaires, réduction de la fréquence des inondations).

Le second facteur contribue à modifier les types de ripisylves que l'on observe dans les plaines d'inondations. L'homme contrôle l'extension spatiale des corridors : il peut les détruire totalement ou permettre au contraire une renaturation par abandon des terrains riverains. Il peut également modifier sa composition floristique au point de privilégier des peuplements monospécifiques cultivés. Les boisements de berge ne sont pas moins soumis à l'action humaine. Les espèces présentes ont souvent été favorisées par l'homme, soit pour alimenter le bétail ou le bois de chauffe (ex : frêne), soit pour alimenter la filière bois (ex : ligne de peupliers).

Caractérisation des ripisylves en fonction de leur degré de connexion au cours d'eau et de leur extension spatiale



Effets sur l'écoulement des eaux et la stabilité des berges

Effets des embâcles de bois

Des effets variables en fonction des conditions d'écoulement

Les effets des embâcles de bois sur l'écoulement des crues dépendent de nombreux paramètres hydrauliques et topographiques.

Ils varient d'abord avec l'importance de la crue ; un exhaussement important pour une petite crue pourra, par exemple, être nul pour une crue plus importante, où l'embâcle sera noyé.

Les répercussions du bois sur les crues dépendent également des hauteurs d'eau et des vitesses, des dimensions du cours d'eau, du nombre, de la taille et la disposition des barrages de bois. Généralement, les barrages de bois augmentent la rugosité du lit des rivières et donc freinent l'écoulement des eaux, provoquent une surélévation du niveau d'eau en amont et parfois des débordements plus tôt pendant la crue ou plus fréquents dans l'année. Ils créent également des turbulences qui peuvent être à l'origine des érosions de berge.

Enfin, un barrage de bois peut parfois, en se rompant brutalement au cours d'une crue, augmenter le débit de pointe en aval.

Mais ce phénomène de rupture d'embâcle, s'il est souvent évoqué, n'a généralement que des effets très localisés et insuffisants pour modifier les débits de pointe au-delà de quelques dizaines ou centaines de mètres. En effet, le volume stocké derrière l'embâcle est souvent faible par rapport au débit de la crue.

De nombreuses nuances en fonction du type de rivières doivent être apportées à ces données générales. Ainsi sur les petites rivières, l'obstruction du lit pourra être totale, car le bois se déplace très peu, alors que sur des rivières plus importantes, les crues peuvent réorienter, déplacer et redistribuer dans le chenal ou sur les berges, les arbres arrachés. Lorsque ces mêmes petits cours d'eau présentent de forte pente, le bois peut d'ailleurs jouer un rôle important de stabilisation du profil en long en formant des petits barrages naturels en marches d'escalier très stables. Enfin, dans les torrents ou les rivières à fort transport solide, les effets du bois sont souvent masqués par les effets dominants de dépôts et reprises des alluvions grossiers.

Des impacts positifs ou négatifs selon le contexte

Les impacts les plus dommageables du bois sont situés au niveau des ouvrages (pont, barrage, seuil) ou des sections canalisées et étroites, car les arbres arrachés par la crue peuvent provoquer leur obstruction et leur dégradation partielles ou totales, ou des débordements aggravés. Les travaux d'entretien peuvent alors limiter ces risques d'embâcles en réalisant de manière préventive des abattages ou des enlèvements de bois dans les rivières.

Mais le bois peut aussi avoir des effets positifs intéressants pour la régulation des crues :

- l'encombrement du cours d'eau favorise la rétention des flottants et des alluvions,
- une grande quantité d'embâcles répartis sur un long tronçon peut ralentir l'onde de crue en augmentant de manière significative les débordements et concourir ainsi à la diminution des débits de pointe en aval.

Plutôt qu'un enlèvement systématique, la gestion hydraulique du bois doit donc préconiser des niveaux d'intervention variables selon la vulnérabilité des différents secteurs :

- **l'aval lointain** peut bénéficier du ralentissement des eaux dans des tronçons très encombrés situés en amont,
- **l'amont lointain** est indifférent à la présence des barrages de bois dont l'impact sur la ligne d'eau s'amortit rapidement,
- **à l'amont et à l'aval immédiats**, les ouvrages, ou les terrains vulnérables du fait de leur occupation, subissent les principaux effets négatifs avec l'augmentation possible des hauteurs d'eau ou des vitesses.

Pour la gestion hydraulique du bois, la prise en compte de l'origine des corps flottants et de leur mobilité vient compléter l'évaluation de la vulnérabilité.

Les sources d'alimentation en bois des rivières sont multiples :

- la ripisylve lors de l'érosion des berges, de la chute des arbres morts ou des arbres brisés par le gel ou les tempêtes,
- les plantations au contact direct des cours d'eau, comme les peupleraies ou les surfaces plantées de résineux,
- les forêts des versants de montagne lors des glissements ou éboulements de terrain,
- les dépôts de bois issus des activités humaines, dans la zone inondable.

Il est important de connaître l'origine probable du bois transporté en crue car celle-ci conditionne le type de dispositions à prendre pour limiter, si besoin, ces apports.

Ainsi, limiter les défrichements excessifs de la ripisylve qui est remplacée par des plantations artificielles, reconstituer éventuellement des boisements naturels entre ces plantations et le cours d'eau, peuvent être des mesures particulièrement efficaces pour éviter les embâcles.

Par contre, le long de certains torrents de montagne, les abattages préventifs pour limiter les apports de bois auront peu d'utilité si l'essentiel de ceux-ci vient de l'érosion des versants lors des fortes crues .

Le parcours du bois pendant les crues

Le parcours du bois flotté dépend de nombreux paramètres difficiles à modéliser comme la largeur du cours d'eau, les dimensions et formes du bois, la rugosité des berges, la durée de la crue, les hauteurs et vitesses d'eau en crue, les ouvrages présents sur le cours d'eau (barrage, pont, ...).

L'observation de la disposition du bois mort après les crues montre que :

- le bois s'accumule préférentiellement contre toute structure faisant obstacle aux écoulements : les ouvrages (pont, seuil, digue) mais aussi la ripisylve lorsque celle-ci a pu résister aux forces d'arrachement de la crue,
- les arbres suffisamment grands sont à l'origine de la formation des "bouchons" en constituant un premier barrage en travers du lit du cours d'eau, en amont duquel vont s'accumuler tous les débris transportés par la crue. La rapidité de développement en hauteur et la grande dimension des peupliers (25-30 m) leur

De même, sur les cours d'eau très divagants, l'abattage des seuls arbres penchés ou affouillés le long des bras en eau a peu d'utilité, dans la mesure où la crue peut emporter des surfaces boisées très importantes.

Enfin, une part parfois non négligeable des éléments structurant les embâcles a une origine humaine (rémanents végétaux, poteau béton, ferraille, ...). Il est alors indispensable de changer certaines pratiques.

Les travaux d'entretien, notamment au moment des phases de restauration, produisent de grandes quantités de bois. L'éloignement ou la difficulté d'accès de certains secteurs ne rend pas toujours possible une valorisation économique des produits alors abandonnés sur place. Tronçonnés en petits bouts, ceux-ci repartiront inmanquablement en aval et pourront parcourir de longues distances avant d'être incorporés dans de nouveaux embâcles. Peu gênantes sur les cours d'eau larges, ces pratiques sont beaucoup plus embarrassantes sur les cours d'eau étroits. Laisés tels quels sur place, ces bois peuvent constituer des barrages gênants. L'abandon après déplacement hors d'atteinte des plus hautes eaux constitue alors la meilleure solution même si elle induit des coûts ou des difficultés supplémentaires.

confèrent une plus grande probabilité que chez les autres espèces de former un barrage (hauteur fréquente dans les boisements de berge 10-15 m),

- plus le bois a de grandes dimensions (longueur, diamètre), plus il peut modifier l'écoulement des crues,
- plus un cours d'eau est sinueux et boisé, plus le transfert du bois vers l'aval est limité,
- pour des cours d'eau faisant moins de 5 m de large, c'est-à-dire lorsque **la largeur du cours d'eau est inférieure à la dimension du bois flotté**, le transfert de bois vers l'aval est très limité. Seules les branches peuvent éventuellement être exportées, mais elles auront une grande probabilité d'être immobilisées rapidement,
- pour des cours d'eau peu larges (<10-12 m), c'est-à-dire lorsque **la largeur du cours d'eau est égale à la dimension du bois flotté**, les déplacements de bois sont très limités et bien souvent, l'arbre arraché ou

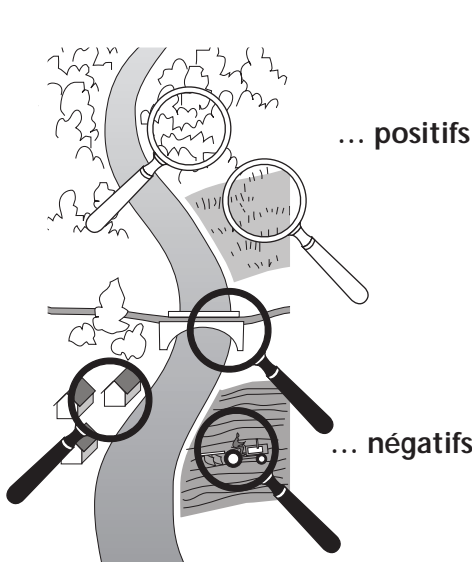
- tombé se retrouve, en fin de crue, à proximité de son point de chute,
- au-delà d'une certaine largeur (>25-30 m), c'est-à-dire lorsque **la largeur du cours d'eau est deux fois supérieure à la dimension du bois flotté**, il ne semble plus

possible d'envisager une gestion sectorisée de la ripisylve ou du bois mort pour éviter la formation de barrages de bois à certains endroits précis. Le bois flotté va en effet pouvoir parcourir des distances très grandes (plusieurs kilomètres) et très variables.



D'un point de vue hydraulique, la gestion du bois mort nécessite d'évaluer, secteur par secteur, les risques qu'il génère et les avantages qu'il procure en analysant :

- à l'échelle locale : les effets du bois ...



Sites favorables à la régulation des crues :
rétention des flottants, dépôts d'alluvions voire écrêtement des crues



Evaluation des risques de ruptures d'embâcle et de leur incidence sur l'aval immédiat

Données principales à considérer :
- le gabarit et la forme du lit, qui déterminent le pourcentage de section d'écoulement pouvant être obstrué par du bois,
- le rapport volume d'eau retenu/débit de crue, qui conditionne l'impact sur l'aval de la rupture d'embâcle.

Sites vulnérables aux inondations ou aux érosions

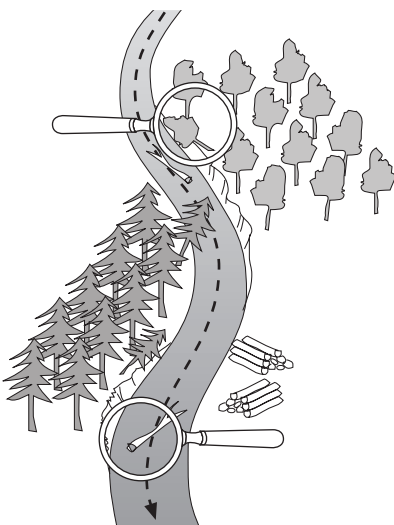


Evaluation des risques d'obstruction et d'aggravation des débordements et des vitesses

Données principales à considérer :
- la hauteur d'eau et les risques d'engravement, qui déterminent la zone inondée du lit majeur,
- le gabarit et la forme du lit ou des ouvrages, qui déterminent le pourcentage de section d'écoulement pouvant être obstrué par du bois, les vitesses et l'exhaussement de la ligne d'eau dû à l'obstruction.

Cette première analyse permet de délimiter les secteurs où la limitation des embâcles est justifiée.

- à l'échelle du tronçon : la dynamique du bois



Identification des sources de bois :

- érosion de berges,
- glissements de terrain,
- plantations de peupliers ou d'épicéas,
- dépôts de bois,
- boisement de berge vieillissant, affouillé, ...



Estimation de la mobilité du bois dans le chenal

Données principales à considérer :
- rapport longueur des troncs/largeur du cours d'eau,
- hauteur d'eau en crue,
- sinuosité et rugosité du lit,
- zones étroites,
- durée de la crue.

Ce deuxième niveau d'approche précise la longueur du tronçon à entretenir à l'amont des secteurs à risques précédemment identifiés et détermine des modes d'entretien adaptés à l'origine du bois.

Les effets du bois mort sur les hauteurs d'eau en crue

Les embâcles de bois agissent à trois niveaux sur les écoulements (Gippel, 1995) :

- ils constituent des freins aux écoulements,
- ils modifient la distribution latérale des vitesses,
- ils favorisent les débordements, peuvent ralentir le temps de transfert et ainsi diminuer le pic des crues.

L'impact hydraulique du bois dans le chenal des rivières a été évalué à partir d'équations mathématiques ou de modèles physiques. A l'échelle d'un tronçon, les travaux montrent qu'il n'y a pas de relation simple entre l'enlèvement des embâcles et la réduction de la rugosité du chenal ; la géométrie du lit peut en effet s'ajuster aux nouvelles conditions de rugosité et rapidement ne plus évacuer qu'un débit à plein bord sensiblement identique à celui écoulé avant les interventions. La contribution des débris à la rugosité du chenal dépend par ailleurs de nombreux autres facteurs tels que la taille et la forme du chenal, la hauteur des écoulements, les irrégularités des berges et le tracé en plan du chenal.

Lorsque la profondeur d'eau augmente dans des chenaux faiblement entretenus, les débris dans le chenal sont immergés et leur rugosité se réduit. Shields et Smith (1992), Lisle (1986), Hecht et Woysner (1987) tiré de Gippel et al. (1995), ont ainsi constaté que la rugosité des chenaux entretenus et celle des chenaux non entretenus convergeaient en hautes eaux. Gippel et al. (1992) ont également observé des augmentations locales du plan d'eau d'une rivière de plaine au moment du plein

bord (10 m³/s). Des maxima de l'ordre de 10-20 cm de surélévation ont été observés pour des obstacles de 30 à 40% de la section d'écoulement. En revanche, ils notent que lorsque le coefficient d'encombrement de la section d'écoulement est inférieur à 10%, aucune élévation du plan d'eau amont n'est mesurable. Enfin, plusieurs travaux montrent que les interventions conduites sur les forêts alluviales de grands cours d'eau afin de réduire leur rugosité ont une faible influence sur les lignes d'eau en crue.



Sur ce petit cours d'eau, l'embâcle de bois provoque pour les crues annuelles un remous à l'origine d'un débordement plus précoce et plus fréquent sur les prés. Cette surélévation des niveaux d'eau deviendra nulle pour des crues plus importantes lorsque l'embâcle sera noyé.

La gestion du bois mort aux Etats-Unis : une approche nouvelle

Les gestionnaires nord-américains reconsidèrent la gestion des bois flottés depuis bientôt deux décennies. Les embâcles ont été longtemps considérés comme des éléments limitant la migration des saumons adultes dans le nord-ouest du continent et le nettoyage systématique des cours d'eau fut ainsi exigé et organisé par les organismes ayant en charge la gestion piscicole.

Depuis le début des années 1980, de nombreuses études scientifiques, conduites notamment par les services techniques du département fédéral de l'agriculture ont infirmé ces idées et remis en cause les effets négatifs du bois mort sur les teneurs en oxygène de l'eau (Maser et al., 1988). **La réintroduction du bois mort dans les cours d'eau qui ont été nettoyés** est réalisée par les gestionnaires américains et d'actuelles réflexions vont dans ce sens en Australie.

L'objectif est avant tout **une revalorisation des ressources piscicoles**. Plusieurs équipes de scientifiques et d'ingénieurs (Gippel et al., 1994 par exemple) travaillent aujourd'hui pour définir des règles, notamment hydrauliques, pour la réintroduction et la gestion du bois dans le lit des cours d'eau. Plusieurs éléments issus de cette recherche méritent notre attention pour améliorer nos pratiques d'entretien sur les cours d'eau :
1. l'impact des bois sur l'écoulement des crues dépend davantage de leur orientation dans le chenal que de leur

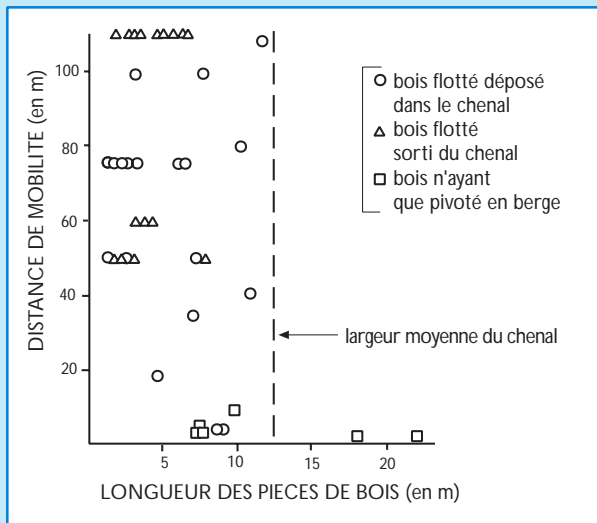
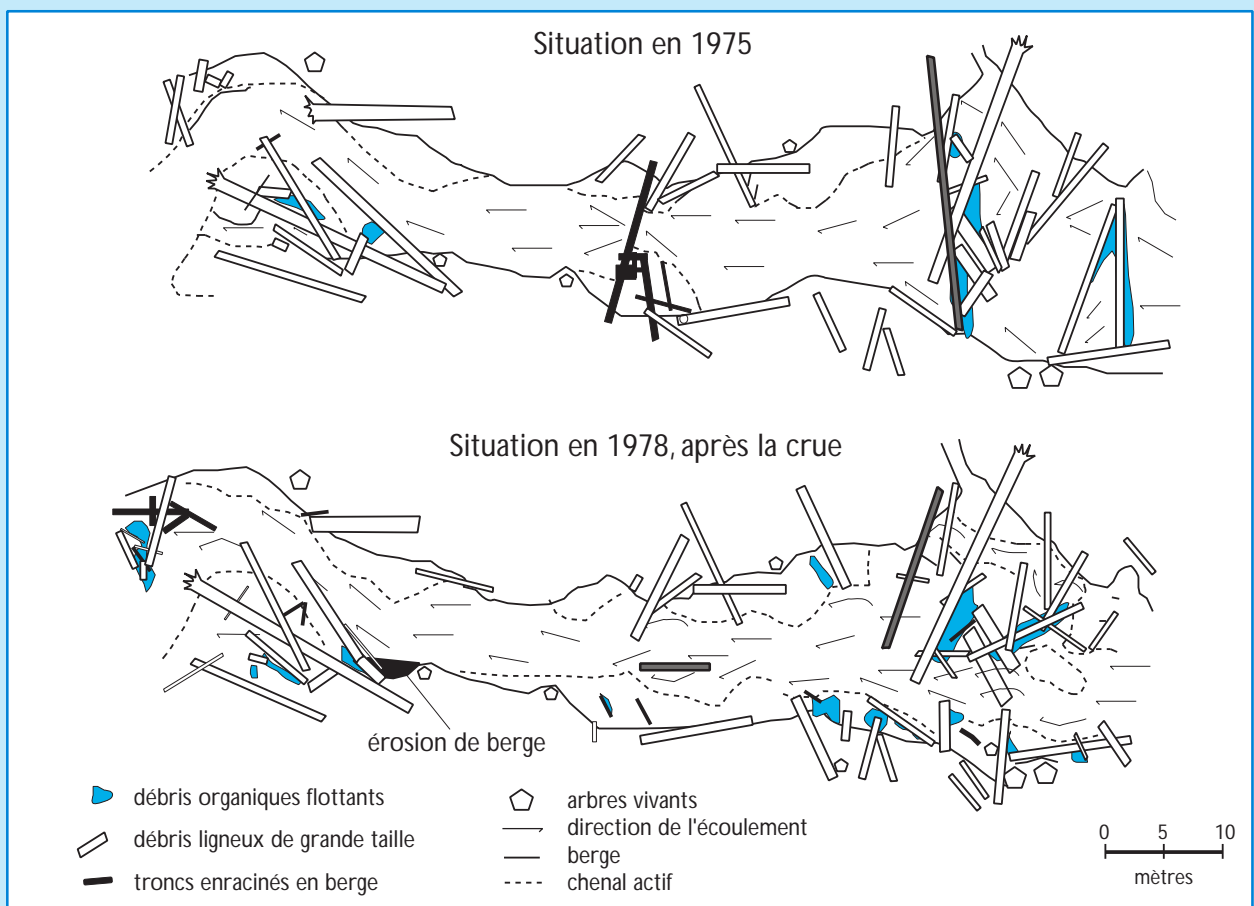
position dans celui-ci ou de leur forme. Un angle inférieur à 30° par rapport à l'axe d'écoulement rend l'embâcle moins actif au niveau hydraulique,

2. une perte de capacité d'écoulement est réellement observée quand le blocage de la section d'écoulement dépasse 10%,

3. la taille (diamètre et longueur des fûts) est le principal facteur contrôlant la stabilité des débris (Bilby, 1985 ; Bryant, 1983 ; Toews & Moore, 1982). La longueur est le facteur le plus important dans le cas des rivières dont le débit est capable de mettre en mouvement les pièces de bois (Bilby, 1985 ; Swanson et al., 1984). Le degré de fossilisation et l'orientation jouent également un rôle (Grette, 1985 ; Toews & Moore, 1982). Bryant (1983) montre que les pièces sont stables lorsque leur orientation par rapport à l'axe d'écoulement est inférieure à 30°. Ce résultat est important en matière de gestion et peut aider à sélectionner les embâcles susceptibles d'être conservés sur un tronçon lorsqu'un entretien léger est décidé.

Il faut considérer en particulier quatre éléments pour comprendre l'impact hydraulique du bois mort :

- la dimension des débris,
- l'angle du bois par rapport à l'axe d'écoulement,
- la distance séparant les pièces de bois,
- la position des pièces de bois par rapport aux plus fortes vitesses.



- En se rompant, le tronc en grisé a provoqué l'entraînement vers l'aval de nombreux petits débris,
- les troncs en noir, qui étaient encore tenus à la berge par leurs racines mais situés juste en aval, ont été arrachés,
- seuls quelques troncs ont bougé et parmi ceux-ci :
 - une grande quantité de débris a été redistribuée sur une courte distance,
 - une grande partie du bois est sorti naturellement du chenal et ne sera plus reprise par les crues,
- la berge à été érodée sur un très court linéaire.

La situation a finalement peu évolué après la crue, le bois qui est sorti du chenal ou qui a migré vers l'aval étant remplacé par de nouveaux apports de l'amont.

Ces observations mettent en évidence l'importance du rapport " longueur du bois / largeur du chenal" pour expliquer et prévoir le déplacement du bois. Les troncs plus longs que le cours d'eau ne se sont pas déplacés, alors que ce sont les débris les plus petits (et

qui occasionnent le moins de dommages) qui peuvent parcourir les plus grandes distances. Ces distances restent par ailleurs très faibles, de l'ordre de la centaine de mètres sur ce type de cours d'eau faisant une douzaine de mètres de large.

Le cas des peupliers

La végétation préserve les berges de l'érosion en formant un revêtement protecteur et en les stabilisant par son système racinaire. L'objectif prioritaire des gestionnaires de cours d'eau devrait donc être de privilégier et/ou de maintenir le plus possible la végétation la mieux adaptée au milieu en préservant ou en recréant la structure et la diversité biologique des végétaux qui composent naturellement la ripisylve.

L'état aujourd'hui dégradé de bien des rives est la conséquence d'interventions humaines mal faites, mal maîtrisées ou guidées par des logiques ne tenant pas compte des facteurs du milieu. Ce manque de réflexions va jusqu'à créer des dysfonctionnements, qui, in fine, vont à l'encontre même des objectifs recherchés. Les plantations de certains clones de peupliers hybrides sur le haut du talus de rive ou qui ont été amenés à s'y retrouver du fait du recul de celle-ci et qui sont directement menacés par de prochaines avancées érosives font partie de cette logique. Elles contribuent d'ailleurs injustement à la mise au banc des accusés d'une essence qui fait partie du patrimoine naturel des corridors alluviaux, le peuplier.

Le peuplier noir (*Populus nigra*) et son homologue méditerranéen le peuplier blanc (*Populus alba*) sont naturels, autochtones et parfaitement à leur place dans une ripisylve. Éléments importants des groupements arborés pionniers, ils constituent avec les saules et les aulnes les premiers stades arborés de la communauté de bois tendre.

Vivant longtemps, rejetant très facilement de souche, drageonnant abondamment, se marcottant naturellement facilement, régénérant très bien par semis, le peuplier était autrefois présent un peu partout dans les vallées et dans les ripisylves. Il est d'ailleurs considéré dans l'imagerie populaire comme un élément fondamental et indissociable des paysages de rivières.



Les plantations de résineux, comme celles de peupliers, sont totalement inadaptées au maintien des berges des cours d'eau. Ils constituent sur certaines rivières, les principales espèces fournisseuses de bois.

Mais aujourd'hui très abâtardi à la suite du développement de la populiculture utilisant essentiellement des clones de peupliers hybrides euraméricains et interaméricains, la race pure ne se rencontre plus que dans les hautes vallées des Alpes, des Pyrénées et du Massif Central. Si cette logique productive a ses raisons, les dérives qui ont entraîné **certaines exploitations à planter à même le sommet de berge ont aujourd'hui des conséquences fâcheuses sur l'érosion de ces berges, la formation d'embâcles, la destruction d'ouvrages et plus généralement l'appauvrissement biologique des corridors ripicoles.**

Les connaissances actuelles sont suffisantes pour ne plus installer des peupliers hybrides aux abords immédiats des cours d'eau et dans les zones humides fragiles. Les populiculteurs clairvoyants l'ont parfaitement compris et, tirant les leçons du passé, reculent leurs plantations pour laisser un espace suffisamment vaste pour l'implantation d'une ripisylve naturelle. Cette dernière se montre d'ailleurs particulièrement efficace pour piéger les flottants qui, en venant s'échouer au pied des plantations de peupliers, permettraient sinon aux parasites xylophages de trouver un terrain favorable et une porte d'entrée commode.

Pour le peuplier comme dans bien d'autres exemples de gestion des hydrosystèmes, ce ne sont pas les arbres qu'il faut incriminer, mais l'homme qui les implante sans grande réflexion. Dans ces milieux très convoités, chacun a sa place. L'expérience et une réflexion à plus long terme sur la gestion des corridors fluviaux et des zones humides d'accompagnement des cours d'eau devraient permettre de trouver un juste équilibre.



En retrait du cours d'eau et en préservant une largeur minimale pour la ripisylve, les peupleraies posent beaucoup moins de problèmes.

Le cas des épicéas

Les plantations d'épicéas en fond de vallée, en formant des litières acides, peuvent affecter la vie aquatique. Par ailleurs, elles ont des effets très néfastes sur la stabilité des berges. Des comparaisons sur quatre stations d'études (L.D. Moret, 1993) entre berges plantées en épicéas et berges occupées par des feuillus mettent en évidence une augmentation significative, allant de 33 à 116 %, de la largeur du cours d'eau pour les parcelles enrésinées. Cette augmentation est due à un accroissement des berges érodées sous couvert d'épicéas : de 2 à 12 % de linéaire érodé sous feuillus, on passe à 30 à 91 % sous résineux. Cette forte sensibilité des berges à l'érosion se traduit par des modifications des faciès d'écoulement, dont la diversité est moindre sous couvert d'épicéas. Ces plantations ont donc des conséquences directes sur la faune piscicole en réduisant l'habitabilité des secteurs plantés.



Deux ans après la crue, les Aulnes blancs (cliché de gauche), parfaitement adaptés au stress imposé par le régime hydrologique

Par ailleurs, le fort ombrage produit par ces plantations empêche ou limite considérablement la croissance d'autres espèces végétales et donc réduit la diversité floristique du lit et des berges. Petit (1991) montre également que l'enrésinement des berges provoque une accélération des recouvrements de méandre, entraînant une tendance à la rectification du tracé des rivières et à la transmission plus rapide des crues vers l'aval.

L'inadaptation du système racinaire des épicéas au maintien des berges, la formation d'une litière acidifiante et l'absence de lumière consécutive au couvert forestier rendent tout à fait inopportune leur plantation sur les berges des rivières. L'avenir des sujets plantés est d'ailleurs compromis à court terme du fait de la faible résistance des berges, ce qui remet en cause la rentabilité économique de telles plantations.



du torrent, ont bien supporté l'ensevelissement ; par contre, les Pins (cliché de droite) sont morts.

La valorisation économique des ripisylves

Les plantations de résineux ou de cultivars de peupliers à proximité du lit mineur des rivières posent de nombreux problèmes d'ordre hydraulique, écologique et paysager (voir ci-avant). C'est pourquoi, ces peuplements forestiers ne peuvent être assimilés à des ripisylves. Par ailleurs, la production de bois d'œuvre à partir d'espèces plus nobles dans les espaces soumis aux courants érosifs et aux crues est très aléatoire du fait des risques d'affouillement des arbres et des problèmes sanitaires liés aux inondations.

Le boisement de berge se prête donc peu à une valorisation sous forme de bois d'œuvre qui reste pour l'instant anecdotique. Le plus souvent, le bois produit au niveau des berges est valorisé très localement comme bois de chauffage, lorsque les conditions d'accès ne sont pas trop difficiles. En retrait du cours d'eau et de ses bras vifs, le lit majeur du cours d'eau pourra au contraire être valorisé par des plantations de feuillus (frêne, aulne, merisier, érable plane, chêne, ...).



Le bois mort est un agent essentiel de modification des formes du chenal et donc de diversification des milieux.



La chute de l'arbre et les gros blocs ont permis la création d'une zone d'affouillement et d'un couvert, particulièrement intéressants en période d'étiage pour le poisson.



Dans les cours d'eau très divagant, les érosions de surface et de berges sont à l'origine de l'entraînement d'une grande quantité de bois.



Les forêts de Pins sylvestres situées sur les versants ou les terrasses anciennes constituent ici une des principales sources de bois dans le cours d'eau.



En montagne, l'éboulement des versants et les glissements de terrain apportent souvent une grande quantité de bois dans les cours d'eau.



Une part souvent non négligeable du bois incorporé dans les embâcles a une origine humaine (ici, nombreux bois façonnés abandonnés à proximité du cours d'eau et repris lors d'une crue).



Même si tous ces arbres "pelés" par la crue sont morts, on ne peut qu'admirer l'extrême résistance de leur système racinaire qui ont su résister à une crue très violente (débit de pointe : 1400 m³/s avec des hauteurs d'eau de 4 à 6 m et des vitesses dépassant 3 à 4 m/s). En arrière plan, on devine les massifs de saules arbustifs, qui ont parfaitement supporté un tel événement.



Sur cette même rivière, cet Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) a été cassé par la crue mais son système racinaire, qu'on devine en partie avec ses nombreuses nodosités lui permettant de fixer l'azote atmosphérique, a très bien résisté aux forces d'arrachement.



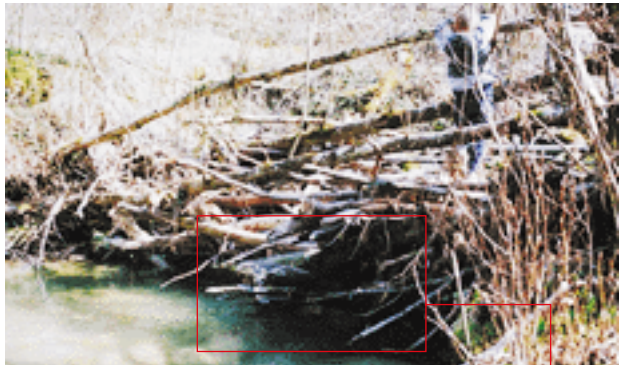
Ce Peuplier noir (*Populus nigra*) a cassé mais sa souche a très bien résisté à la crue. Cet exemple montre la très bonne adaptation des essences riveraines à leur milieu.



Ce Peuplier noir (*Populus nigra*), qui n'a pas cassé, a retenu une jeune cépée d'aulne arrachée par la crue. C'est l'effet "peigne" joué par la ripisylve, qui permet de retenir un grand nombre de corps flottants.



Le bois retenu dans la ripisylve lors des crues forme de petits barrages propices à la création de petites zones humides temporaires, sites privilégiés pour la reproduction de nombreux batraciens et insectes et pour l'épuration des eaux.



Barrage de bois occupant toute la largeur du cours d'eau et très peu mobile. La souche à l'origine de ce barrage a été arrachée quelques mètres en amont seulement.



Autre embâcle intéressant pour la vie piscicole et d'une très grande stabilité, compte tenu de la dimension des troncs le constituant.



Ce barrage de bois est particulièrement intéressant pour le poisson en formant des zones d'abris contre les prédateurs. (On peut remarquer également dans l'embâcle l'incorporation de quelques déchets plastiques, qui eux, malheureusement, parcourent de très grandes distances !).



Sur les rivières colmatées par le calcaire, le bois mort joue un rôle important de support et de substrat pour la végétation et la microfaune.



Le bois émergeant au dessus de l'eau forme des perchoirs privilégiés pour les oiseaux et les insectes cherchant leur nourriture au dessus de l'eau (au premier plan la Basalmine géante (*Impatiens glandulifera*), espèce exotique envahissante).



Sur les petits cours d'eau en crue, le bois ne peut souvent pas pivoter et forme des barrages transversaux particulièrement intéressants pour la vie aquatique comme ci-dessus, ou pour le maintien du profil en long lorsqu'ils sont suffisamment solides.



Barrages de bois très particuliers et à préserver : ceux construits par les castors (*Castor fiber*).



L'approfondissement du cours d'eau lié à un curage drastique a provoqué la chute de très nombreux arbres. Le barrage formé par l'un de ceux-ci, très "opaque" aux écoulements, retient sur quelques mètres en amont les sables issus des berges érodées et provoque le colmatage du substrat plus grossier.



Sur les petits cours d'eau non entretenus, le parcours des berges est rendu difficile, ce qui limite considérablement le développement des activités de loisirs (ex : pêche à la mouche, randonnée, canyoning, etc.).



Dans les petits vallons très encaissés, le bois issu des berges ou des versants est peu mobile et lent à se décomposer. Il s'accumule donc dans le cours d'eau et rend celui-ci totalement impraticable.



Dans les torrents, l'accumulation de bois ne peut souvent être séparée de celle des sédiments grossiers, dont les impacts sont en règle générale beaucoup plus importants.



Héronnière.
Les grands peupliers noirs constituent des sites de nidification privilégiés pour les hérons (*Ardea cinirea*).



Arbre abattu par un castor (*Castor fiber*).
La préservation de surfaces suffisantes de saules et peupliers fournit un fourrage particulièrement apprécié par le castor et évite que celui-ci ne s'en prenne à des arbres de plus grande valeur.

Les effets sur l'écoulement des crues

La forêt, en augmentant la rugosité du lit, diminue les vitesses moyennes d'écoulement et ralentit la propagation des crues. Mais l'importance de ces impacts va dépendre d'un grand nombre de paramètres hydrauliques et topographiques, qui rendent toute généralisation un peu illusoire : le débit de la crue, les hauteurs et vitesses d'eau sur le tronçon concerné, les dimensions du lit mineur et majeur, la densité de la végétation, ...

Il est par ailleurs très probable que la rugosité de la végétation riveraine varie au cours de la crue, en fonction des dépôts qui s'y feront et de la possibilité pour celle-ci d'être couchée au sol ou d'être arrachée. En outre, il faut distinguer des effets qui pourront être localement dommageables du fait de la section d'écoulement réduite et des effets qui pourront être très bénéfiques à l'échelle du réseau hydrographique, en particulier sur l'écrêtement des crues.

Par ailleurs, la présence d'une ripisylve peut permettre une forte réduction des vitesses des eaux de débordement et réduire ainsi les dommages dans le lit majeur.



Une grande partie du bois fournie par les zones amont (érosion, glissements de terrain) est retenue dans les boisements riverains.

On peut cependant constater que :

- la strate arbustive, notamment celle formée par les saules, apportent les "meilleurs avantages" au niveau hydraulique. Très souple et basse, elle résiste beaucoup mieux à l'arrachement que la strate arborée. Elle se couche sans casser, ni être arrachée et protège ainsi les sols riverains. Si malgré tout, cette strate arbustive doit être entraînée par les crues, elle ne risque pas de provoquer de bouchons en aval du fait de son faible volume et de sa souplesse. Cependant, dans le cas des rivières à faible pente, où les vitesses d'écoulement sont lentes, une strate arbustive dense peut avoir des impacts importants sur les niveaux d'eau du fait du frein qu'elle occasionne,
- les impacts de la strate arborée sur l'écoulement des eaux augmentent avec la densité d'arbres à l'hectare. En dessous de 100 à 250 individus/ha, il est très probable que l'impact soit très faible. L'impact des strates arborées denses est en grande partie dû à l'effet de "peigne" joué par celles-ci et provoquant le blocage des corps flottants.



La ripisylve, lorsqu'elle est suffisamment étendue et connectée au cours d'eau, régule les apports solides.



En formant des obstacles souples et plus ou moins perméables aux écoulements des crues, les formations boisées, lorsqu'elles sont suffisamment larges, constituent des milieux "tampons" entre le cours d'eau et les activités humaines tout à fait bénéfiques pour ces dernières. Elles forment un élément essentiel de stabilité des berges et des rives. En diminuant la force des courants et en stabilisant les sols par ses systèmes racinaires, la ripisylve assure la protection naturelle des terres riveraines.

Par ailleurs, elle fonctionne comme une source potentielle de bois flottants lors des crues mais également comme une zone naturelle de dépôt particulièrement efficace, aussi bien pour la rétention des flottants que pour celle des sédiments.

Enfin, la ripisylve contribue fréquemment à l'atténuation des crues.

Les différences d'évapotranspiration (quantité d'eau évaporée ou transpirée par les plantes et le sol) de la ripisylve par rapport à tout autre type de couvert végétal ou sol nu s'expliquent essentiellement par des possibilités plus grandes d'interception de la pluie (phénomène important surtout en hiver pendant les longs épisodes pluvieux) et de prélèvements dans les réserves hydriques du sol (phénomène surtout estival).

L'évapotranspiration des ripisylves ne peut cependant être considérée comme un élément négatif car c'est le principal "moteur" des processus d'épuration des eaux souterraines par absorption. Sans ce mécanisme de transfert de l'eau vers l'atmosphère, les éléments minéraux contenus dans les eaux du sol ne peuvent être ni prélevés, ni recyclés naturellement par la végétation.

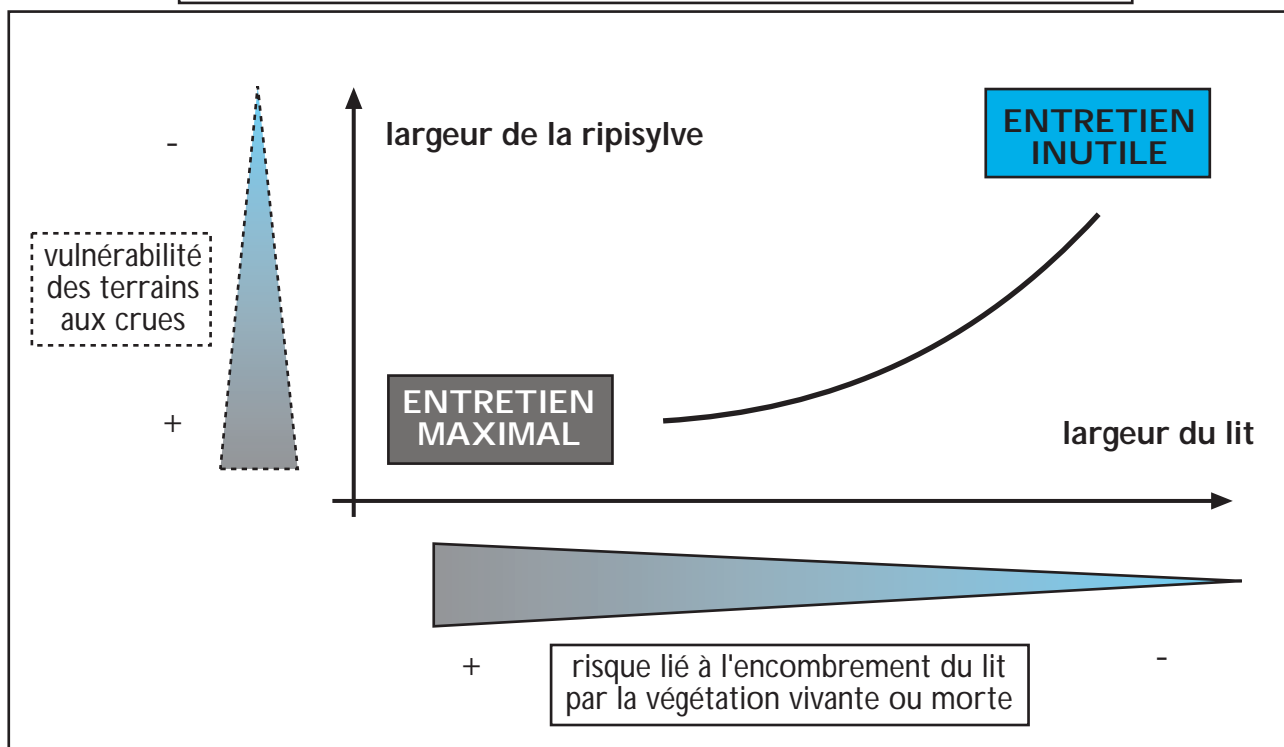
L'évaluation des risques hydrauliques liés à l'absence d'entretien

La notion de risque d'érosion et d'inondation associée à l'absence d'entretien prend tout son sens dans un contexte économique et géographique précis. Deux facteurs doivent être considérés afin d'évaluer ce risque :

i) **la largeur du lit** qui contrôle la mobilité des débris de bois et la rugosité relative de la ripisylve et du bois mort et donc l'aléa naturel,

ii) **la largeur de la ripisylve** qui contribue ou non à préserver les activités humaines de l'aléa naturel en jouant le rôle d'une zone tampon.

Prise en compte du risque lié aux crues dans la définition de l'entretien



La nécessité d'entretenir la végétation riveraine et d'éliminer le bois mort pour limiter les risques d'ordre hydraulique diminue lorsque les dimensions du cours d'eau ou la largeur de la ripisylve augmentent.

Influences sur la qualité des eaux et la vie aquatique

Effets de la ripisylve sur la qualité physique et chimique des eaux

L'ombrage du cours d'eau

La ripisylve forme un écran aux rayons lumineux et agit comme une haie modifiant les conditions d'éclairement de l'eau et de circulation de l'air. La ripisylve atténue ainsi les variations journalières de température de l'eau, et, en été, limite le réchauffement des eaux, notamment sur les petits et moyens cours d'eau (moins de 30 m de large).

Cette fonction est essentielle pour certaines rivières :

- elle permet de limiter la croissance de la végétation aquatique dans les cours d'eau eutrophisés,

- dans les cours d'eau méditerranéens à salmonidés, elle évite des élévations de température qui pourraient modifier les peuplements piscicoles en place.

Pour avoir des effets significatifs sur la température de l'eau, il est nécessaire que la rivière soit ombragée sur plusieurs dizaines ou centaines de mètres consécutifs. L'orientation du cours d'eau est également un élément important à prendre en compte pour apprécier le rôle joué par la canopée sur l'ombrage des eaux.

Les apports de matière organique

La matière organique fournie par les litières végétales des feuillus en bord de cours d'eau peut influencer la qualité chimique des eaux, mais pour des eaux courantes, l'impact est généralement modeste et saisonnier et, dans tous les cas, sans aucune mesure avec celui dû aux apports d'origine

anthropique. Les apports organiques naturels peuvent parfois poser des problèmes de toxicité pour la faune pisciaire, mais uniquement dans les milieux fermés (ancien bras déconnecté du lit principal, mares, étangs).

L'épuration des eaux

La ripisylve peut jouer un rôle important dans l'épuration des eaux. Le pouvoir épurateur des ripisylves repose sur :

- le piégeage des sédiments fins transportés par la rivière pendant les inondations ou contenus dans les eaux de ruissellement. Ces matières souvent riches en éléments nutritifs peuvent ainsi être recyclées dans les sols et par la végétation,
- l'épuration des eaux souterraines au contact des systèmes racinaires. Les éléments nutritifs contenus dans les eaux de nappe ou les eaux d'infiltration, comme les nitrates, peuvent être prélevés par la végétation ou éliminés par les micro-organismes du sol (dénitrification).

La rugosité de la ripisylve qui favorise les dépôts de sédiments fins et le grand développement des systèmes racinaires des espèces ligneuses expliquent la plus grande efficacité des ripisylves pour l'épuration des eaux par rapport aux autres types de couverts végétaux.



Pendant les crues, la ripisylve piège les limons chargés en nutriments apportés par les eaux.



L'efficacité des boisements riverains sur l'épuration des eaux dépend de nombreuses conditions locales et des dimensions, de la structure et de la composition floristique des boisements.

De nombreux paramètres climatiques, physiques et biologiques contrôlent l'efficacité du **pouvoir épurateur** de la ripisylve. Les expérimentations montrent par exemple que :

- la complémentarité et la diversité des communautés de végétaux à bois tendre tels que les saules, l'aulne, les peupliers dans la frange la plus proche du fleuve et des végétaux à bois dur tels que les chênes, les frênes, l'orme, l'érable dans la zone moins inondée, assurent la meilleure garantie d'obtenir un prélèvement biologique important et régulier de l'azote contenu dans les eaux de nappe,
- une ripisylve dense offre la meilleure efficacité de piégeage des sédiments fins riches en nutriments,
- des berges aux pentes douces, des cours d'eau sinueux augmentent l'effet de filtre joué par la ripisylve,
- l'épuration des eaux souterraines est significative dès les premiers mètres de boisements traversés, mais il n'est pas possible de définir une largeur minimale valable pour toutes les rivières et garantissant l'épuration complète des eaux souterraines. Cette épuration dépend en effet de nombreux facteurs stationnels : profondeur de la nappe et teneurs en éléments nutritifs, climat, type de sols, densité de végétation et espèces, ... ,
- les eaux transportées par les drains et les fossés et rejoignant directement la rivière transportent une grande quantité de matières dissoutes ou en suspension qui ne peuvent plus être épurées par la ripisylve.



La ripisylve agit directement sur la qualité physico-chimique des eaux. Elle agit comme un filtre naturel important pour l'épuration des eaux, surtout au niveau des échanges nappe → rivière. Elle peut ainsi limiter considérablement les transferts de polluants entre les terres cultivées et la rivière. La ripisylve ne peut cependant pas agir de manière significative sur la dépollution d'une rivière déjà polluée en amont.

Rôle de la ripisylve pour l'épuration des eaux

Le rôle de la végétation pour la protection des nappes phréatiques contre les pollutions azotées diffuses et pour le recyclage des nutriments déposés en période de crue a été très bien démontré par nombre d'auteurs. Deux processus principaux sont en jeu : la dénitrification microbiologique et l'absorption racinaire de l'azote. C'est par souci de simplicité qu'ils sont différenciés ici ; ces processus sont en fait très étroitement imbriqués et agissent rarement seuls dans la nature.

1° des micro-organismes pour dénitrifier les eaux

En période de hautes eaux et de crue, le sol saturé est en condition d'anaérobiose (absence d'oxygène). Des micro-organismes spécifiques utilisant l'énergie contenue dans la matière organique d'origine végétale peuvent alors transformer les nitrates contenus dans l'eau du sol en azote gazeux transmis directement à l'atmosphère. C'est la **dénitrification**. Elle dépend d'un grand nombre de facteurs : la température, l'aération du sol, les disponibilités en carbone.

2° des ripisylves pour piéger les sédiments fins et prélever l'azote des nappes

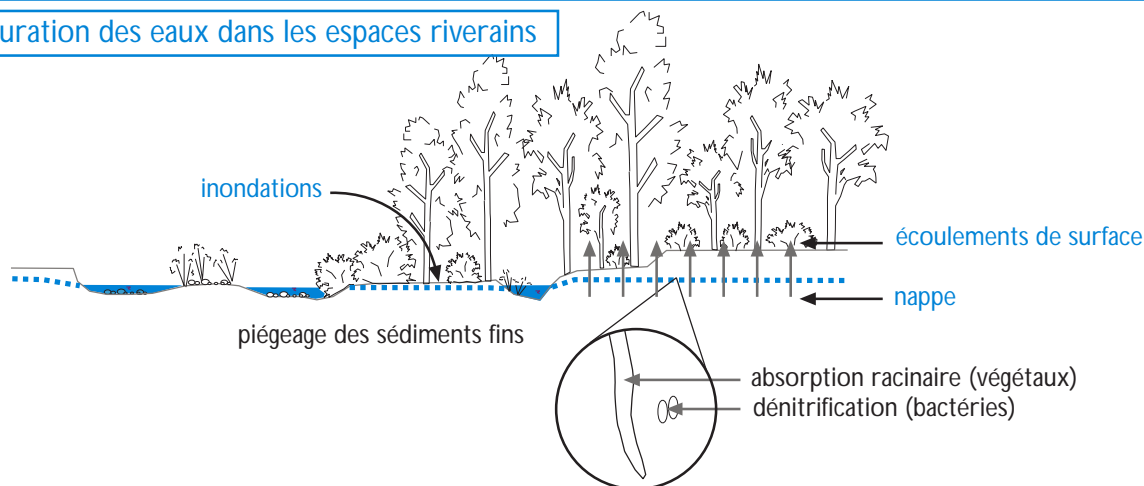
La présence de ripisylves denses et multistratifiées provoque, lors des débordements de la rivière, le dépôt des sédiments fins chargés de nutriments et recyclés ensuite dans les sols.

Avant de quitter leur état d'eaux souterraines, les nappes cheminent peu à peu (de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par jour) en direction des points bas que sont les lits fluviaux où elles peuvent émerger. Elles sont ainsi amenées à traverser les zones humides et les ripisylves. Pendant la période végétative, la ripisylve prélève directement les composés azotés qui migrent avec ces eaux. Les quantités prélevées dépendent de la nature, l'âge, la structure et la croissance des végétaux. La comparaison des capacités d'absorption de différents couverts végétaux (ripisylve, peupleraie, prairie, roselières, ...) montre que les formations boisées denses sont les plus efficaces.

Principaux résultats expérimentaux publiés

Milieux étudiés	Couvert végétal	Entrée N-NO3 en mg/l	Sortie N-NO3 en mg/l	Largeur en m	Réduction	Auteurs
Zone riveraine	ripisylve	2 à 6	0,5	25	68 %	Lowrance et al, 1984
Bassin versant	ripisylve	4,45	0,94	19	93 %	Peterjohn et Correll, 1984
		7,4	0,76	50	99 %	
Zone riveraine	ripisylve	7,9	0,1	47	98 %	Jacobs et Gilliam, 1985
		7,3	0,1	16	93 %	
Zone riveraine	végétation de rive	16	8	19	50 %	Schnabel, 1986
Zone riveraine	ripisylve/ marais	5,9	0,2	16	99 %	Cooper et Thomsen, 1988
Zone riveraine	aulnaie	3,5	0,5	10	70 %	Pinay et Labroue, 1986
Bassin versant	ripisylve	0,36	0,23		10 à 60 %	Cooper, 1990
		0,36	0,13		90 %	
Bras mort	végétation de rive	10,5	0,5		99 %	Fustec et al, 1991
Zone riveraine	forêt alluviale	2 à 15	0	18 à 40	100 %	Sanchez-Perez, 1992
Zone riveraine	peupliers prairies	3 à 9	0	5	100 %	Haycock et Pinay, 1993
		3 à 11	0 à 1	17	84 %	
Zone riveraine	ripisylve	8	0,4	60	95 %	Jordan et al, 1993
Zone riveraine	ripisylve, peupleraie prairie humide	8 à 23	0 à 10	50 à 380	10 à 98 %	Ruffinoni, 1994

L'épuration des eaux dans les espaces riverains



3° Un exemple de recherche expérimentale menée dans la plaine alluviale garonnaise

Les phénomènes qui régissent les processus de dépollution naturelle des eaux dans les milieux alluviaux sont complexes, fortement liés les uns aux autres et souvent dirigés par des facteurs sur lesquels l'homme n'a pas prise, comme les mélanges d'eau de nappes et de rivières. Pour mieux comprendre ces mécanismes, l'évolution de l'azote déposé par des sédiments de crue et circulant avec les eaux du sol a été suivie pendant quatre années sur les rives de la Garonne, en aval de Toulouse. Les principaux résultats obtenus sont présentés ci-après.

Processus de recyclage de l'azote

Le recyclage de l'azote, par la végétation ou par dénitrification, est deux fois moins important sur les sites à sols sableux (30,5 g d'azote/m²/an) que sur les sites à sols limoneux (66,9 g d'azote/m²/an). Les sites à dépôts de sédiments fins agissent comme des puits en accumulant les nutriments déposés pendant les crues. Mais les sites à sédimentation grossière agissent probablement comme des sources en relarguant des nutriments pendant les périodes de hautes eaux.

Les ripisylves ne peuvent donc être considérées comme des systèmes homogènes car les crues remodelent, bouleversent et modifient constamment les interactions entre le fleuve et sa plaine d'inondation. Il est par conséquent nécessaire de prendre en compte les caractéristiques géomorphologiques des ripisylves pour appréhender leurs capacités de rétention et de recyclage des nutriments.

Importance des prélèvements racinaires

L'étude de transects placés sous cinq couverts végétaux différents a montré que le taux moyen d'azote baisse entre l'entrée et la sortie, quel que soit le couvert végétal auquel on s'intéresse, mais que le processus est très inégal de l'un à l'autre. La dénitrification étant inexistante à la profondeur où circule l'eau de nappe, les prélèvements sont essentiellement dus à l'absorption racinaire. Ils ont été estimés en moyenne entre janvier et août à 0,38 g d'azote/m²/j dans une jeune ripisylve, soit 38 fois plus que dans une prairie pâturée, 25 fois plus que dans une jeune peupleraie, 2 fois plus que dans une peupleraie placée sur un site élevé et 1,5 fois plus que dans une peupleraie placée dans un secteur plus bas.

La capacité de la végétation à prélever l'azote est fonction de la profondeur de la nappe. Au-delà de 2,5 à 3 m, la déconnexion du système racinaire ne permet plus aux formations végétales de type prairial ou aux peupleraies étudiées de puiser l'azote dans la nappe. Seule la ripisylve, composée de végétaux à systèmes racinaires suffisamment puissants pour aller puiser l'eau à plus de trois mètres de profondeur poursuit un prélèvement d'azote dans la nappe phréatique, notamment pendant la période d'étiage.

Il apparaît clairement que les formations végétales puisent directement l'azote qui circule dans les eaux de nappe. Pour le trajet de la sortie de Toulouse à la confluence avec le Tarn (75 km environ), il est ainsi possible d'estimer à 5,6 tonnes, la quantité d'azote qui pourrait être prélevée quotidiennement avec des formations boisées de 50 m de large. **On comprend donc tout l'intérêt du maintien, voire du développement des ripisylves en zone alluviale.**

La ripisylve joue un rôle fondamental pour toute la faune aquatique du cours d'eau. Au niveau de la rive, les racines, les débris ligneux et les feuilles constituent un substrat et un composant important de l'habitat de la microfaune. Sur les grandes rivières, cet habitat est essentiel car il abrite une densité et une diversité d'invertébrés très supérieures à ceux du chenal (Cogerino, 1989). La ripisylve intervient aussi directement sur la vie piscicole. Toutes les expériences et études menées sur le sujet mettent ainsi en évidence une chute des populations piscicoles après la suppression totale des boisements riverains.

La ripisylve intervient en effet en :

- apportant de la matière organique à la base de l'alimentation de nombreux animaux,

- créant de l'ombre, qui limite les variations de température et permet aux poissons d'échapper aux prédateurs,
- limitant les processus d'**eutrophisation** néfastes pour la vie piscicole, par ce même ombrage,
- diversifiant et augmentant les **habitats piscicoles**, grâce aux apports de bois mort et aux systèmes racinaires.

Ainsi, supprimer le bois mort dans un cours d'eau peut avoir des conséquences importantes sur la vie piscicole. Pour certains cours d'eau, l'essentiel des habitats aquatiques est structuré par le bois mort. C'est le cas des cours d'eau sableux ou à faible débit d'étiage, voire des lits artificialisés ou érodés.



Source de nourritures et d'abris, productrice de nouveaux habitats piscicoles, la ripisylve joue un rôle essentiel dans le développement de la vie aquatique. Le bois mort qu'elle fournit au cours d'eau participe aussi de manière importante à sa qualité. La suppression de ce bois peut se traduire par une altération durable du peuplement piscicole. L'intégration du bois dans le chenal d'écoulement est en effet un phénomène souvent relativement long, notamment pour les éléments les plus stables ou les plus intéressants pour la vie aquatique et dans les rivières peu boisées. La caractérisation du bois mort en fonction de son intérêt piscicole ou des risques de dommages qu'il représente permet de mener une gestion patrimoniale du cours d'eau (voir le fascicule 2).

Rôle de la ripisylve sur la régulation de l'éclairement et de la température des eaux. Conséquences sur la vie aquatique

La température de l'eau est un facteur important qui régule la vie aquatique. De manière générale, elle évolue de façon proportionnelle à la surface de l'eau éclairée et inversement proportionnelle au débit du cours d'eau (Meehan et al., 1977 ; Beschta et al., 1987). De ce fait, les petits cours d'eau sont plus sensibles aux changements de température. L'ombre fournie par la ripisylve limite l'amplitude thermique ainsi que la quantité de lumière qui atteint le cours d'eau. Elle agit alors sur la production primaire (Meehan et al., 1977 ; Triska et al., 1982 ; Zalewski et al., 1993) qui se développe avec l'augmentation de la température de l'eau et de la lumière.

L'influence de ces deux facteurs sur les populations piscicoles est cependant assez floue. La bibliographie apporte des avis divers qui ne permettent pas de trancher sur le bienfait ou le

méfait de l'éclaircissement modéré de la ripisylve. Sans doute, faut-il admettre qu'un trop fort ombrage apporté par les boisements riverains est rarement le premier facteur limitant pour le développement de la vie aquatique. Par ailleurs, il est très difficile, voire laborieux, du fait de la croissance végétale, de contrôler exactement le taux d'éclairement d'un cours d'eau comme le suggèrent les observations relevées par Stracchi et al (1995). Il apparaît qu'à court terme, l'augmentation de la lumière et de la température de l'eau favorise la production primaire et donc la ressource alimentaire des poissons. Dans les cours d'eau exposés, on constate l'éclosion précoce du frai et un développement plus rapide des poissons (Lynch et al., 1977 ; Aho, 1976 in Triska et al., 1982 ; Beschta et al., 1987 ; Holtby, 1988 et Thorpe, 1986 in Zalewski et al., 1993?).

Si l'éclaircie de la canopée favorise la production primaire et la production d'invertébrés, le cycle des nutriments se déroule plus rapidement et la consommation des ressources alimentaires s'effectue sur une période plus courte (Beschta et al., 1987). A terme, Penczak (1995) note une diminution de la masse par hectare, de la densité et du poids moyen des individus. Cette tendance s'inverse avec la recolonisation végétale des berges, en particulier lors des stades arbustifs.

Dans l'ensemble, les auteurs préconisent donc un degré intermédiaire de complexité de la ripisylve, notion difficile à mettre en œuvre au niveau des pratiques d'entretien. La densité du couvert végétal nécessaire à l'existence de conditions optimales pour la vie piscicole est en effet fonction des caractéristiques physiques et géographiques du cours d'eau et des espèces piscicoles présentes (Zalewski

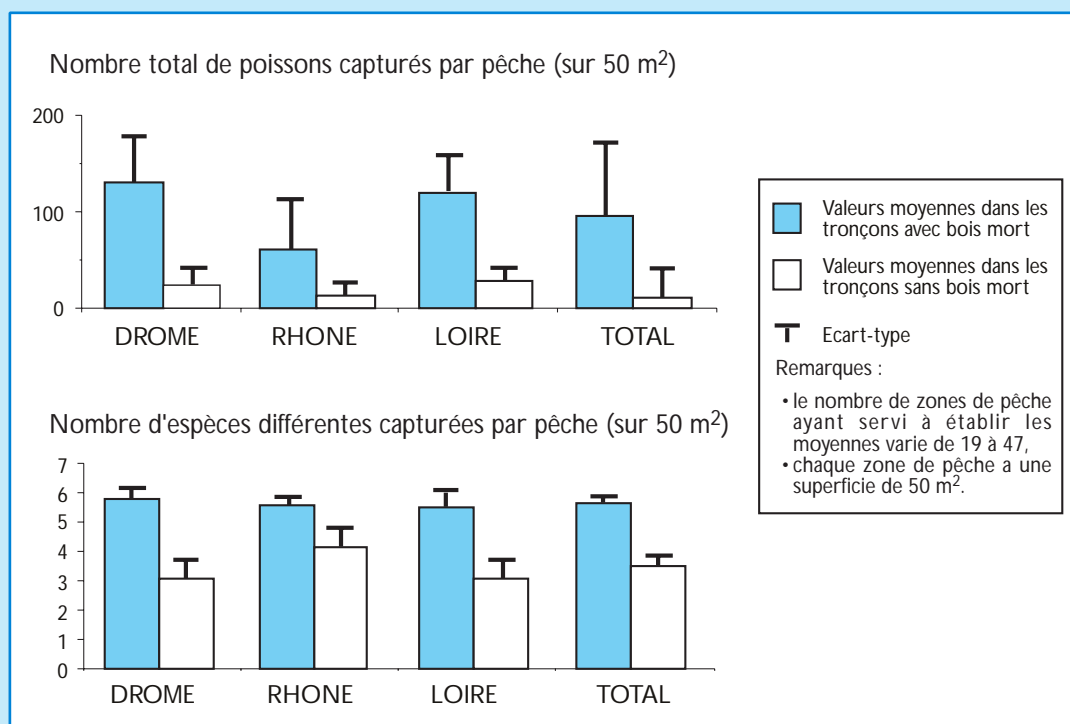
et al., 1993). Dans les régions aux hivers rigoureux ou aux étés très chauds, le couvert végétal qui limite les variations de température et conserve des habitats est très important pour la survie des poissons. De plus pour les espèces salmonicoles, les juvéniles préfèrent nettement les zones d'ombre (Triska et al., 1982 ; Heifetz et al., 1986). Pour limiter les risques d'élévation de température, les boisements riverains des cours d'eau à salmonidés peuvent par conséquent être éclaircis au niveau des radiers, où l'eau est très courante, mais restés plus denses au niveau des mouilles, où l'eau est plus stagnante et où le couvert végétal sert d'abris pour le poisson. Dans les cours d'eau à cyprinidés dominants, la présence des herbiers très bénéfique pour le développement des poissons sera au contraire favorisée dans les sections moins ombragées (Haudry, comm. pers.).

Le bois mort et le poisson

L'importance du rôle biologique du bois mort est fonction du type de cours d'eau (cours d'eau à fond sableux ou à granulométrie grossière, à pente forte ou faible, à température fraîche ou non, ...). Mais dans de nombreux cas, les accumulations de bois exercent de nombreuses fonctions vitales dans le milieu aquatique.

Des pêches électriques réalisées sur trois grands cours d'eau français, la Drôme, le Rhône et la Loire, dans la zone à barbeaux, montrent sans ambiguïté que les secteurs encombrés par du bois mort abritent un peuplement piscicole beaucoup plus abondant et diversifié que les secteurs sans bois (Thévenet, 1995).

Influence du bois mort sur le peuplement piscicole de la zone à barbeaux



Le bois agit tout d'abord, en créant des pièges et des structures de rétention pour les particules détritiques dérivantes telles que les feuilles ou les tiges. Ces amas organiques sont ensuite utilisés par les invertébrés benthiques comme habitat et surtout comme ressource trophique. Pôles attractifs où vivent une micro et macrofaune abondante, ces structures, en fin de chaîne alimentaire, servent de garde-manger aux poissons.

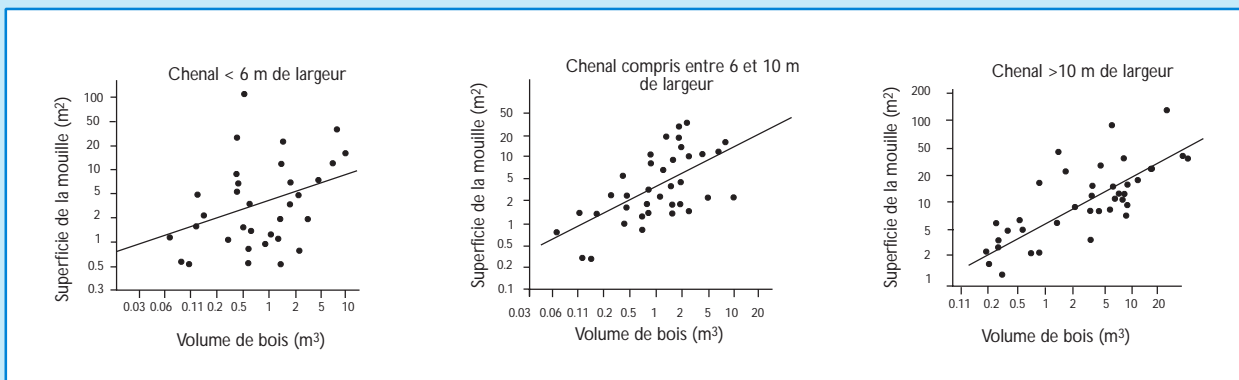
Les destructions des embâcles de bois peuvent par conséquent induire des perturbations dans la dynamique des éléments nutritifs, qui agiront à long terme sur les stocks piscicoles.

Les débris ligneux influencent également la diversité et la complexité de l'habitat aquatique. Par exemple, dans des petits cours d'eau forestiers de montagne, les escaliers

de troncs augmentent la diversité des habitats en permettant une succession longitudinale seuils-mouilles.

Les mouilles profondes associées à des embâcles offrent aux organismes une meilleure chance d'échapper aux prédateurs terrestres et permettent la coexistence d'espèces ou d'individus d'âges différents dans la colonne d'eau (Sedell *et al.*, 1988). Elles fournissent un site de repos pour la plupart des poissons en toutes saisons, surtout en période de crue hivernale ou de migration (Murphy *et al.*, 1984). En période d'étiage, ces mouilles contiennent des quantités d'eau importantes et conservent une eau plus fraîche, servant de refuges thermiques aux poissons durant les étés chauds (Bisson *et al.*, 1987). Alors que sur des cours d'eau à forte granulométrie, de gros blocs sont susceptibles de jouer un rôle identique, sur des cours d'eau à fond sableux, seules ces grosses structures ligneuses peuvent générer ce type de faciès.

Relation entre la largeur du chenal, l'embâcle de bois et la superficie de la mouille associée



Importance pour la faune terrestre

Les ripisylves forment un écosystème d'une grande richesse floristique et faunistique. Cette importante biodiversité est entretenue par les relations étroites entre le milieu aquatique et le milieu terrestre et par la protection assurée par les formations végétales riveraines. L'effet de lisière entre la ripisylve et les milieux environnants est ainsi à l'origine du maintien de nombreuses espèces. Par effet de corridor, la ripisylve permet à certaines espèces animales de se déplacer d'une vallée à l'autre. C'est par exemple le cas de la Loutre (*Lutra lutra*), qui par ce biais peut recoloniser d'autres cours d'eau. L'effet "corridor" est également bien connu au niveau des oiseaux, qui utilisent les grandes vallées comme axes de migration.

La faune abritée au sein des corridors boisés rivulaires peut être inféodée ou non aux cours d'eau. La faune spécifique est souvent très



La recolonisation des cours d'eau par la Loutre d'Europe est directement conditionnée par la reconquête d'hydrosystèmes équilibrés et de qualité.

dépendante du type de cours d'eau déterminé par son fonctionnement physique et par les particularismes régionaux (endémisme du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) par exemple).

Roché J. et Frochot B., 1991, ont ainsi mis en évidence sur les grands cours d'eau une zonation ornithologique similaire à la zonation piscicole, où sont distinguées :

- **la zone à Cincle** (*Cinclus cinclus*) avec la Bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*) et le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*),



La présence du Cincle plongeur sur un cours d'eau peut être considérée comme indicateur de bonne qualité du milieu.

- **la zone à Chevalier guignette** (*Actitis hypoleucos*) avec le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*) et l'Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*),
- **la zone à Sternes** avec le Petit Gravelot (*Charadrius dubius*), l'Oecdinème criard (*Burhinus oedidnemus*), l'Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*), le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*) et la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*),
- **la zone à Foulque** (*Fulica atra*) avec la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*), le Cygne tuberculé (*Cygnus olor*), les Rousseroles (*Acrocephalus sp.*).

Cette zonation longitudinale permet d'identifier les potentialités écologiques des cours d'eau et d'analyser les impacts des aménagements. Les modifications des régimes hydrologiques ont notamment des répercussions très importantes sur les populations d'oiseaux.

Les différents habitats

Les atterrissements nus ou peu végétalisés

Au sein du cours d'eau, l'intime relation entre les milieux terrestre et aquatique débute sur les îlots de galets ou de graviers (Médard P, 1998). Ces lieux, fréquemment immergés, sont très convoités par de nombreuses espèces.

La Bergeronnette de ruisseau (*Motacilla cinerea*), le Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*) y pourchassent les larves d'insectes aquatiques qui se nichent dans les premiers millimètres d'eau. Certaines espèces de libellules, comme le Gomphe à crochets (*Onychogomphus uncatatus*) ou la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisi*) classées parmi les espèces d'Europe menacées, se postent au soleil sur un galet guettant le passage d'une proie.

Les compositions florales qui s'y développent regroupent des plantes aquatiques et semi-

aquatiques comme le Lythrum salicaire (*Lythrum salicaria*), la Renouée bistorte (*Polygonum bistorta*), la Monnoyère (*Lysimachia nummularia*), la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*). Ces plantes permettent l'établissement d'une riche entomofaune : longicornes, bourdons, abeilles charpentières (*Xylocopa violacea*), syrphes et de nombreux lépidoptères s'y réunissent sans oublier les "demoiselles" représentées par un grand nombre de Caloptéryx riches en couleur. Dans les secteurs de débordement, les crues déposent des limons qui recouvrent des espaces ouverts souvent colonisés par des plantes herbacées. Parmi elles : l'Euphorbe (*Euphorbia sp.*), le Fumeterre (*Fumaria sp.*), la Consoude à tubercules (*Symphytum tuberosum*), le Narcisse à bouquet (*Narcissus tazetta*), l'Aristolochie arrondie (*Aristolachia rotunda*) qui est la plante hôte d'un papillon rare et menacé : la Diane (*Zerynthia polyxena*).

Les annexes hydrauliques

Les bras morts et les résurgences renouvelés en eau par les crues, forment des habitats d'eau dormante et servent d'abri à des espèces moins exigeantes. Les batraciens et les reptiles y sont aussi bien représentés que les oiseaux. Grenouille rieuse (*Rana ridibunda*), Rainette verte (*Hyla*

arborea) ou méridionale (*Hyla meridionalis*), Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) ou vipérine (*Natrix maura*), côtoient la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), le Grèbe castagneux (*Tachybaptus rificollis*), le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*) et quelques fois le Héron cendré (*Ardea cinerea*).

Les berges

Les berges forment l'ultime limite entre l'eau et la terre. Fréquemment soumises au débordement et à l'érosion du courant, les racines des arbres sont mises à nu, créant des rideaux tortueux, entrecoupés de cavernes sombres et humides.

Elles permettent le passage d'animaux discrets comme le Rat d'eau (*Arvicola sapidus*), le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*), la Musaraigne d'eau (*Neomys anomalus*) ou encore le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*). Cette partie de la berge est parcourue par de "lourdes" Odonates aux teintes souvent mimétiques comme l'Aesche paisible (*Boyeria irene*), le Cordulée (*Cordulegaster boltoni*) dont les incessants ballets de prédation mènent à inspecter les moindres recoins, à la recherche de Trichoptères.

Certaines ruptures de niveau permettent aux blocs rocheux d'apparaître entre la terre sombre des talus et forment d'excellents perchoirs pour le Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*). De nombreuses mousses et fougères s'y développent au profit des suintements ou des éclaboussures provoquées par le torrent. La Capillaire de Montpellier et la



Certaines espèces d'odonates ont un cycle larvaire long et exigeant. D'une durée de 2 à 4 ans, cette vie aquatique demande une grande stabilité des caractéristiques physico-chimiques du cours d'eau, et notamment le maintien d'une bonne oxygénation.

Doradille des ânes (*Asplenium* sp.), la Sélaginelle denticulée (*Selaginella denticulata*) comptent parmi les plus belles variétés. C'est également dans ce milieu que subsistent les jeunes Tritons palmés (*Triturus helveticus*) et, un peu plus haut, enfouis dans l'humus, les Salamandres terrestres (*Salamandra salamandra*).

Les branches basses

Préambule à l'effet de lisière, les branches qui flirtent avec l'eau sont d'un grand intérêt pour la faune piscicole. Certains poissons se postent

dessous en attendant la chute d'un insecte ou récupèrent les reliefs de repas laissés tomber par d'autres insectivores.

Les arbres morts

Les arbres creux, les branches mortes, les nécroses et les écaillés d'écorce sont des gîtes favorables à la faune arboricole. Les premiers à exploiter ces gîtes sont les Pics qui viennent y creuser leur niche, puis viennent d'autres oiseaux, mésanges, sitelles, étourneaux, ... Le maintien de certaines espèces de chauves-souris (Chiroptères) dépend de la présence de ces gîtes naturels. La Noctule commune (*Nyctalus noctula*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), l'Oreillard gris et méridional (*Plecotus auritus* et *austriacus*), mais également certaines espèces très ubiquistes comme le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*), le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) occupent à leur tour les cavités.

L'arbre mort encore dressé, vieillit et procure des gîtes à une foule d'animaux. Une fois au sol, ce sont les Xylophages, les Scarabées et les Cerfs volants (*Lucanus cervus*) qui l'occupent avant qu'il ne devienne humus et serve de couche à des champignons.



Le Murin de Capacini (*Myotis Capacini*) est l'une des chauves-souris inféodée aux cours d'eau oligotrophes en région méditerranéenne. Cette espèce est vulnérable et menacée d'extinction.

Les frondaisons

Les frondaisons les plus épaisses sont occupées par le Lorient (*Oriolus oriolus*), le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*), la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), mais également certains prédateurs évoluant dans ce milieu comme la Chouette hulotte (*Strix aluco*) qui remplace la nuit venue l'Épervier d'Europe (*Accipiter nisus*). Tous deux sont d'éminents chasseurs d'oiseaux. Le Gobemouche gris (*Muscicapa striata*) et noir (*Ficedula hypoleuca*), la Fauvette des jardins (*Sylvia*

borin), les Pouillots, le Rouge-queue y sont largement prélevés. Les oiseaux sédentaires, comme le Merle noir (*Turdus merula*), l'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), les Grives sont attirés par les arbustes à fruits, qui constituent leur alimentation habituelle : Sureau noir (*Sambucus nigra*), Laurier-tin (*Viburnum tinus*), Prunus (*Prunus* sp), Nerpruns et Bourdaine (*Rhamnus* sp, *Frangula alnus*), Lierre (*Hedera helix*), ...

Les massifs arbustifs et buissonnants

Les saulaies arbustives offrent de multiples ressources pour une faune variée : site de nidification pour le Chevalier guignette (*Actitis*

hypoleucos), ressource alimentaire essentielle pour le castor (*Castor fiber*), gîtes pour le gibier (chevreuil, ...), etc.

Les embâcles

A la fin de chaque période de crue, apparaissent des embâcles, enchevêtrements de bois de toutes tailles mêlés à des détritiques. Ils servent de gîtes au Lézard vert (*Lacerta viridis*), à l'Orvet fragile (*Anguis fragilis*), au Crapaud commun (*Bufo bufo*),

au Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*). Parfois suspendus dans les arbres, après plusieurs saisons, ils peuvent servir de gîtes à des carnivores comme la Fouine (*Martes foina*) ou la Genette (*Genetta genetta*).

Les impacts de l'entretien sur la faune

Les travaux d'entretien portant sur la végétation peuvent avoir deux types d'impacts non négligeables sur la vie faunistique : les premiers liés directement au dérangement ou à la destruction d'animaux pendant la durée des travaux, les seconds liés à la destruction des habitats.

Pendant la durée des travaux, les feux, les abattages, le dérangement des fonds ou l'élimination des embâcles peuvent ainsi détruire nombre d'animaux. Des précautions spécifiques sont à prendre pour éviter de réaliser des travaux pendant les périodes de plus grande vulnérabilité

de la faune (ex : pendant les périodes de nidification ou de frai).

Les types d'interventions doivent également être définis précisément pour garantir la préservation de la diversité d'habitats. Ainsi, les arbustes à baies, les troncs creux, les branches basses, le bois mort végétalisé, etc. jouent des fonctions écologiques importantes et doivent être préservés chaque fois que possible. Par ailleurs, la présence de certaines espèces remarquables peut conduire à imposer des consignes spécifiques et strictes d'interventions, voire à interdire toute intervention.



La ripisylve, le boisement de berge et le bois mort révèlent une grande richesse faunistique. Des insectes aux petits mammifères en passant par les oiseaux, la faune trouve dans ces territoires situés à l'interface entre les biotopes terrestres et aquatiques, quantité d'abris et de nourritures. La préservation de cette vie animale passe avant tout par le maintien des espaces naturels le long des cours d'eau et par la conservation des régimes hydrologiques, qui entretiennent la diversité des habitats. Les travaux d'entretien ne permettent pas d'enrichir cette richesse faunistique par rapport à une situation naturelle ; réalisés sans précaution, ils peuvent par contre avoir d'importantes répercussions négatives.

L'importance des marges boisées dans la structuration des paysages n'est plus à démontrer. Elle est aussi bien reconnue dans les zones de montagne où les tons de verts des feuillus ripicoles s'opposent aux verts plus sombres et plus contrastés de la forêt mixte de versant que dans les régions de grandes cultures où sa capacité à structurer un paysage ouvert et monotone devient fondamentale. Les corridors végétaux contribuent directement à la qualité des paysages. Leur gestion et leur promotion sont importantes dans le cadre d'une politique locale orientée vers le tourisme rural. Ils présentent des potentialités récréatives intéressantes : randonnées pédestres et équestres, VTT, aires de pique-nique, pêche,



Dans les régions méditerranéennes, la ripisylve forme un codon boisé contrastant fortement avec les formations de versant et soulignant la présence du cours d'eau.

chasse, ... Enfin, la qualité du paysage riverain participe aussi à la qualité du cadre de vie dans les zones urbaine et périurbaine.

L'influence paysagère de la ripisylve se situe à deux niveaux :

- **d'une part, le paysage de la vallée.** Des actions peuvent être engagées pour améliorer celui-ci : création d'un corridor boisé lorsque celui-ci a disparu pour restructurer un paysage rural par ailleurs ouvert, traitement des points noirs comme les décharges ou les anciens sites d'extractions, suppression de peupleraies et de plantations de résineux, etc.,
- **d'autre part, le paysage de la rivière.**



Les abords des rivières méditerranéennes, lorsque la ripisylve a été préservée, constituent des havres de fraîcheur particulièrement appréciables.

Les rivières des champs

Dans les zones rurales ou forestières, des paysages de proximité peuvent être modelés pour les rendre plus attractifs et plaisants. Les travaux sur les boisements de rive jouent alors directement sur ce paysage proche. L'éclaircie de la strate arbustive facilitera par exemple l'accès aux berges, alors que l'éclaircie de la strate arborée rendra

le cours d'eau plus perceptible. **Bien souvent, la mise en valeur des paysages de proximité ne concernera que des secteurs ponctuels sur la rivière** : franchissement d'un pont, parcours près d'un sentier de randonnée, lieu de pique-nique, patrimoine hydraulique remarquable, etc.

Les rivières des villes

La prise en compte de l'importance de l'image du cours d'eau dans les paysages urbains et la place essentielle de la végétation dans la valorisation de cette image sont trop souvent oubliées.

En effet, l'inévitable artificialisation des cours d'eau en zone urbaine conduit fréquemment à mettre en exergue le rôle d'évacuation des crues, qu'ils devront jouer quelques jours par an, et à oublier la fonction d'agrément qu'ils devraient remplir tous les autres jours de l'année. Trop corsetées, trop fragmentées et ayant souffert du manque de cohérence des aménagements réalisés

au cours de plusieurs décennies et en fonction des opportunités, les rivières urbaines voient trop souvent leur image détruite pour longtemps.

Les fonctions paysagères et récréatives des cours d'eau urbains devraient être considérées comme des éléments de reconquête aussi essentiels que la lutte contre les crues. Tout nouvel aménagement hydraulique devrait être l'occasion d'améliorer l'image de ces rivières urbaines ainsi que leur accessibilité.



La même rivière en ville et sur deux secteurs aménagés éloignés de quelques centaines de mètres.

Dans le premier cas, le choix d'un aménagement très dur, s'il a résolu les problèmes posés par les crues, conduit à une défiguration complète du cours d'eau et ne laisse plus aucune latitude de valorisation pour l'avenir. Le peu de place disponible et le niveau élevé de protection demandé expliquent ce choix.



Dans le deuxième cas, l'aménagement offre aux habitants un nouveau paysage rendu très agréable et accessible grâce à l'utilisation des végétaux et à la conservation du gabarit initial du lit mineur. Cette valorisation a été possible grâce à la place encore disponible sur le site.



Les marges boisées des vallées améliorent la perception visuelle des reliefs et structurent le paysage. Les opérations de mise en valeur ou de réhabilitation de ces paysages doivent s'appuyer sur l'étude conjointe de leur perception visuelle actuelle et de la demande sociale. L'entretien de la végétation peut aussi concourir à la promotion du cours d'eau en facilitant les accès et la perception du cours d'eau sur les secteurs fréquentés. La préservation ou la reconstitution d'une végétation adaptée en ville est par ailleurs un élément essentiel de mise en valeur de l'environnement.

Perception paysagère du cours d'eau

L'aspect paysager d'une rivière conditionne grandement les jugements que l'on peut porter sur celle-ci comme le montrent les enquêtes d'opinion portant sur les rivières. Les éléments perçus de manière la plus évidente sont la végétation et la nature des berges (berges enrochées, bétonnées, ...).

Si le caractère naturel des berges est perçu comme un atout important de la rivière, le "mauvais" état du boisement de berge, la végétation très dense et l'encombrement du lit par le bois mort, qui caractérisent justement des cours d'eau naturels, sont souvent perçus négativement. La référence sans cesse citée au passé ("avant, le cours d'eau était entretenu") ne justifie pas à elle seule ce jugement, puisque, bien souvent, celui-ci peut

aussi bien être véhiculé par de jeunes personnes qui n'ont pas connu ce passé ou par des personnes qui ne connaissent pas l'histoire de la rivière. Il s'agit donc vraisemblablement d'une réaction spontanée face à un milieu fermé et à l'impossibilité de parcourir celui-ci facilement, qui le fait apparaître comme un environnement hostile, voire oppressant dans des petites vallées.

La conséquence directe et non négligeable de cette perception négative est qu'un cours d'eau non ou plus entretenu est un cours d'eau que l'on présente souvent comme dégradé. **Mais aucun élément objectif ne permet à priori de dire qu'une rivière où de nombreux arbres sont tombés, où la végétation est très dense, etc., présente un fonctionnement altéré.**



Ce cours d'eau est très entretenu et la ripisylve est réduite au minimum pour conserver le maximum de terres agricoles. Les arbres sont très exploités (ici, frênes têtards utilisés pour l'allumage des feux ou l'alimentation du bétail). Ce cours d'eau donne une bonne représentation de l'allure des rivières de montagne du début du siècle.



Sur cette rivière naturelle et non entretenue, une belle ripisylve dense et multistratifiée s'est développée.

CONCLUSION

La ripisylve et le bois mort présent dans les rivières jouent des rôles essentiels dans le fonctionnement naturel des hydrosystèmes. Ils agissent en effet sur :

- la régulation des transferts de matière organique et minérale lors des crues,
- l'épuration des eaux souterraines,
- la sauvegarde de la vie aquatique et plus particulièrement des poissons,
- le maintien des équilibres physico-chimiques du milieu aquatique,
- la préservation des nombreux échanges entre les biotopes terrestres et aquatiques,
- la constitution de refuges et habitats pour une faune terrestre diversifiée et en particulier pour les oiseaux.

Les ripisylves constituent des boisements naturels aux caractéristiques spatiales très particulières : faible largeur, grand linéaire et localisation à l'interface entre les milieux terrestres et

aquatiques. Ces particularités leur confèrent à la fois une grande vulnérabilité et un intérêt majeur pour :

- la ressource en eau,
- la lutte contre les crues,
- la valorisation touristique ou du cadre de vie dans les marges des rivières.

Elles doivent donc être préservées et disposer d'un espace suffisamment étendu le long des rivières.

La complexité et l'interdépendance des processus biologiques et physiques mettant en cause la ripisylve rendent sa gestion difficile. L'entretien des boisements de berge en est une bonne illustration : comprendre l'utilité de cet entretien et l'adapter aux enjeux concernés nécessitent l'élaboration d'un véritable plan de gestion présenté dans le deuxième fascicule du guide.

- Abert J.J., 1848. Report from the secretary of war, in answer to a resolution of the 18th december in relation to removal of the raft in Red River in Louisiana. Report 64, 29th congress, 1st session, 13pp.
- Anonyme, septembre 1996. Guide juridico-administratif. Entretien et restauration des cours d'eau. Ministère de l'Environnement
- Beschta R.L., Bilby R.E., Brown G.W., Holtby L.B. and Hofstra T.D., 1987. Stream temperature and aquatic habitat : fisheries and forestry interactions, Forestry and fishery interactions, University of Washington, Institute of forest resources, Seattle, pp. 191-232.
- Bilby R.E., 1985. Removal of woody debris may affect stream channel stability. *J. Of forestry*, 82 : 609-613.
- Bisson P.A., Bilby R. E., Bryant M.D., Dolloff C.A., Grette G.B., House R.A., Murphy M.L., Koski K.V. et Sedell J.R., 1987, - "Large woody debris in forested streams in the Pacific Northwest: past, present and future", in Salo E. O. et Cundy T.W. (ed.), *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, 143-190.
- Boyer M., 1997 – "Loire - Définition d'un programme de restauration et d'entretien de la ripisylve" – SICALA, 35 pp + annexes.
- Boyer M., 1998 – "Leyse et ses affluents - Définition d'un plan de gestion de la ripisylve et du bois mort"- Parc Naturel Régional du Massif des Bauges.
- Bryant M. D., 1983. The Role and Management of Woody Debris in West Coast Salmonid Nursery Streams. *North Am. Journal of Fish. Man.*, 3: 322-330.
- Carbiener R., 1970, - "Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale: la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan", *Vegetatio*, 20 : 97-148.
- Champigneulle A., 1978 – Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvénile sauvages de saumon atlantique (*Salmo salar*, L.) sur le cours principal du Scorff (Morbihan). Thèse de doctorat – INRA Rennes, 82 p
- Cogérino L., 1989 – "Les rives aquatiques des grands cours d'eau : caractérisation mésologique et faunistique". Thèse de doctorat. Université Claude Bernard, Lyon 1, 337 pp + annexes.
- Darby S.E. and Thorne C.R., 1995. Case studies and reviews : fluvial maintenance operations in managed alluvial rivers. *Aquatic conservation : marine and freshwater ecosystems*, 5: 37-54.
- Gippel C.J., O'Neill I.C., Tilleard J.W., 1992. The hydraulic basis of snag management. Center for Envir. Applied Hydr., Dpt of Civil Engineering, Univ. Of Melbourne, Australie.
- Gippel C.J., 1995. Environmental hydraulics of large woody debris in streams and rivers. *Journal of environmental engineering*(may): 388-395.
- Gippel C.J., O'Neill I.C., Finlayson B.L. and Schnatz I., 1994. Hydraulic guidelines for the re-introduction and management of large woody debris in degraded lowland rivers. In: N.I.O.T. SINTEF-NHL (Norwegian Hydrotechnical Laboratory), Norwegian Institut for Nature Research(Editor), 1st International Symposium on Habitat Hydraulics, Trondheim(Norway), pp. 225-239.
- Gippel C.J., O'Neill I.C., Finlayson B.L. and Schnatz I., 1996. Hydraulic guidelines for the re-introduction and management of large woody debris in Lowland rivers. *Regulated rivers : research and management*, 12: 223-236.
- Gallois-Montbrun B., 1983 – "Impact de la pression humaine sur la végétation de la basse vallée de la Durance.", Thèse de doctorat – Faculté des Sciences et Techniques St-Jérôme, 87 pp
- Grette G.B., 1985. The abundance and role of LWD in juvenile salmonid habitat in streams in second growth and unlogged forests. Masters dissertation, Univ. of Washington, Washington.
- Hecht B. Et Woyshner M., 1987. Ecology of Californian riparian woodland on flood conveyance, case of Pajaro River. Proc. California Watershed Conf., Rep. n° 11 , Wildland Res. Ctr., Univ. Of California, Berkeley, 165pp.
- Heifetz J., Murphy M. L. and Kosky K.V., 1986. Effects of logging on winter habitat of juvenile salmonids in alaskan streams. *North Am. J. of Fish. Manag.*, 6: 52-58.
- Koulinski V., Lefort P., Boyer M., 1997 – " Shéma de restauration et de gestion du Haut Verdon" – Parc Naturel Régional du Verdon, 186 pp + annexes.
- Lienkaemper G.W. et Swanson F.J., 1987, - "Dynamics of large woody debris in streams in old-growth Douglas-fir forests", *Can. J. For. Res.*, 17 : 150-156.
- Lisle T.E., 1986. Effects of woody debris on anadromous salmon habitat, Prince of Wales Island, Southeast Alaska. *North American J. Fisheries Mgmt*, 6 : 538-550.
- Long S.H., 1841. Report from the secretary of war transmitting in compliance with a resolution from the senate, a report on improvement of Red River. Report 64, 27th congress, 1st session, 23pp.
- Lynch J.A., Corbett E.S. and Hoopes R., 1977. Implications of forest management practices on the aquatic environment. *Fisheries*, 2(2): 16-22.
- Maser C., Tarrant R.F., Trappe J.M. et Franklin J.F., 1988, - "From the forest to the sea : a story of fallen trees", Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-229, Portland, Or., 153 pp.
- Médard P., 1998 – "Productivité faunistique des ripisylves méditerranéennes" (non paru)
- Meehan W. R., Swanson F. J. and Sedell J. R. , 1977. Influence of riparian vegetation on aquatic ecosystems with particular references to salmonid fishes and their food supply. In: G.T.R.R.-§. USDA Forest Service (Editor), Importance , preservation and management of riparian habitat, pp. 137-145.
- Moret L.D. , 1993 - Impact des plantations d'Epicea commun en bordure de cours d'eau sur l'écosystème aquatique. Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Vosges
- Murphy M.L., Kosky K.V., Heifetz J., Johnson S.W., Kirchhofer D., Thedinga J.F., 1984, - "Role of large organic debris as winter habitat of juvenile salmonids in alaskan streams", in *Proceedings Western Association of Fish and Wildlife Agencies*, 251-262.
- Pautou G., 1984, - "L'organisation des forêts alluviales dans l'axe rhodanien entre Genève et Lyon; comparaison avec d'autres systèmes fluviaux", Documents de cartographie écologique, 43-64.
- Pautou G. et Décamps H., 1985, - "Ecological interactions between the alluvial forests and hydrology of the upper Rhône", *Arch. Hydrobiol.*, 104(1) : 13-37.
- Paxton J., 1829. Letter from D.J. Paxton of Hempstead county to the hon.A.H. Sevier delegate to the congress from the territory of Arkansas in relation to the raft of Red River. Report 78. 20th congress, 18pp.
- Penczak T., 1995. Effects of removal and regeneration of bankside vegetation on fish population dynamics in the Warta River, Poland. *Hydrobiologia*, 303: 207-210.
- Petit F., 1991. "L'influence des plantations de résineux en fond de vallée sur l'évolution géomorphologique de rivières de Haute-Belgique", Actes du colloque international de Wepion - Belgique

- Piégay H. 1995. - "Dynamiques et gestion de la ripisylve de cinq cours d'eau à charge grossière du bassin du Rhône (l'Ain, l'Ardèche, le Giffre, l'Ouvèze et l'Ubaye), XIXème - XXème Siècles". Thèse de Doctorat de Géographie et Aménagement. Université Paris IV - Sorbonne, 529p.
- Planty-Tabacchi, 1993. - "Les invasions d'espèces végétales d'origine étrangère, approche théorique" - Thèse de doctorat - Université P. Sabatier de Toulouse et CNRS, Centre d'écologie des ressources renouvelables.
- Platts W.S. and Nelson R. L., 1989. Characteristics of Riparian Plant Communities and Streambanks with Respect to Grazing in Northeastern Utah. In: Ed. by R. E. Gresswell (Editor), Practical approaches to riparian resource management, an educational workshop, Billings, Montana, pp. 73-81.
- Roché J. et Frochot B., 1991 - "Contribution ornithologique à l'évaluation des impacts d'aménagements en milieu fluvial" Actes du colloque international de Wepion - Belgique
- Roux A.L. (coord. tech.), 1986, - "Recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes de la basse plaine de l'Ain (France) : potentialités évolutives et gestion", Doc. Carto. Ecol., X, 166 pp.
- Ruffinoni C, 1994 – Rôle des ripisylves dans la réduction des pollutions azotées diffuses en milieu fluvial, Thèse de doctorat d'écologie – Université Paul Sabatier de Toulouse – 63 pp
- Scher S. et Schwarzschild B., 1989, - "Pacific yew: a facultative riparian conifer with an uncertain future", in Abell D.L. (eds.), Proceedings of the California Riparian Systems Conference : Protection, Management and Restoration for the 1990's, 1988 september 22 - 24, U.S.D.A Forest Service, Gen. Tech. Rep. PSW-110, Davis, 172-175.
- Schnitzler A., 1997 (d'après Schlesier S., mémoire de DEA/Facultés des sciences de Metz) – "Ecologie, biogéographie et possibilités de contrôle des populations invasives de renouées asiatiques en Europe – le cas particulier du bassin Rhin-Meuse"-Agence de l'Eau Rhin Meuse – 145 pp.
- Sedell J.R. et Luchessa K.J., 1982, - "Using the historical record as an aid to salmonid habitat enhancement", in E. Neil B. Armantrout (eds.), Proc. of a Symp. on Acquisition and Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information Held, Portland, Or., 210-223.
- Sedell J.R. et Froggatt J.L., 1984, - "Importance of streamside forests to large rivers : the isolation of the Willamette River, Oregon, USA, from its floodplain by snagging and streamside forest removal", Verhandlungen Inter. Vereinigung Limnologie, 22 : 1828-1834.
- Sedell J.R., Everest F.H. and Gibbons D.R., 1987. Streamside Vegetation Management for Aquatic Habitat. In: USDA Forest Service (Editor), Proc. of the National Silviculture Workshop, Sacramento, California, pp. 115-125.
- Shields F.D. and Smith R.H., 1992. Effects of large woody debris removal on physical characteristics of a sand-bed river. Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems, 2: 145-163.
- Stracchi A., Coiffard S., Haury J., Richard A., Daligault P. 1995. - "Restauration des petits cours d'eau et impacts des étangs : application au Tilleul" – Parc Naturel Régional Normandie Maine.
- Swanson F.J., Lienkaemper G.W. and Bruyant M.D., 1984. Organic Debris in Small Streams, Prince of Wales Island Southeast Alaska, Portland, Or., 4 pp.
- Thévenet A., 1995 – "Intégration des abris dans l'étude des relations entre l'habitat physique et les poissons de la zone à barbeaux". Rapport de DEA-LHQ/BEA Cemagref Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, 39 pp.
- Toews D.A.A. et Moore M.K., 1982, - "The effects of streamside logging on large organic debris in Carnation Creek", Ministry of Forest, Province of British Columbia, 30 pp.
- Triska F.J., 1984, - "Role of wood debris in modifying channel geomorphology and riparian areas of a large lowland river under pristine conditions : a historical case study", Verh. Internat. Verein. Limnol., Stuttgart, 22 : 1876-1892.
- Triska F.J., Sedell J.R. and Gregory S.V., 1982. Coniferous Forest Streams. In: H.R.P.C. Ed. by R.L. Edmonds (Editor), Analysis of Coniferous Forest Ecosystems in the Western United States, Pennsylvania, pp. 292-332.
- Woodruff E.A., 1873. Survey of the Red River raft region Louisiana. Appendix Q9. Annual report, Chief of Engineers, 43rd congress, Ex. Doc. 1, Part 2, 2:635-651.
- Zalewski M., Puchalski W., Frankiewicz P. and Bis B., ??? Riparian ecotones and fish communities in rivers - intermediate complexity hypothesis. In: C. I.G. (Editor), Rehabilitation of freshwater fisheries., Fishing news books, Hull, pp. 152-1

Le présent guide technique développe les préconisations du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse en matière de gestion des boisements de rivière. Répondant aux deux questions : "Faut-il entretenir tel ou tel secteur de rivière et, si oui, à quel niveau ?" ce guide est organisé en deux fascicules : le premier fournit aux gestionnaires des éléments de compréhension de la dynamique et des fonctions de la ripisylve. Ces éléments sont nécessaires à la définition des objectifs et à la mise en œuvre de l'entretien, pour lesquelles une méthode est proposée dans le second fascicule.

Ce premier fascicule fait état des connaissances scientifiques sur la ripisylve, le bois mort et leurs nombreux rôles, pour lesquels sont traités successivement, sous forme de textes de vulgarisation et d'articles plus approfondis, les aspects suivants : composition floristique et dynamique végétale, historique et intérêt patrimonial, effets sur l'écoulement des eaux et la stabilité des berges, influences sur la qualité des eaux et la vie aquatique, importance pour la faune terrestre et fonctions paysagères.

La ripisylve - et plus particulièrement le boisement de berge et le bois mort présent dans le lit des rivières - constitue un élément essentiel de l'hydrosystème et contribue à la protection de la ressource en eau, à la lutte contre les crues et à la valorisation du cadre de vie. Par conséquent, l'élaboration d'un plan de gestion, considérant l'ensemble des fonctions de la ripisylve et des activités humaines liées aux cours d'eau, nécessite une approche méthodologique spécifique.

SECRETARIAT TECHNIQUE DU SDAGE

Agence de l'Eau
Rhône Méditerranée Corse
2-4, allée de Lodz (près de l'avenue Tony Garnier)
69363 LYON Cédex 07
Tél. : 04 72 71 26 54
Fax : 04 72 71 26 03



DIREN RHONE ALPES
Délégation de Bassin RMC
19, rue de la Vilette
69425 LYON Cédex 03
Tél. : 04 72 13 83 15
Fax : 04 72 13 83 59

PREFET COORDONNATEUR DU BASSIN
RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
RHONE-ALPES
DELEGATION DE BASSIN