



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



PEUPLIER HYBRIDE EN ZONE RIVERAINE

Améliorer l'agroenvironnement
tout en produisant du bois

Canada 

Introduction

Les écosystèmes riverains relient l'environnement terrestre au milieu aquatique. Malgré la superficie relativement restreinte qu'ils occupent dans le paysage, leurs fonctions écologiques se révèlent considérables et il est donc important de les conserver. Lorsque la zone riveraine est dégradée à la suite d'activités agricoles, la mise en place d'une bande riveraine formée de peupliers hybrides contribue à rétablir certaines fonctions écologiques tout en offrant un potentiel de revenus par la vente de bois.

Cette fiche aborde dans un premier temps l'utilité des bandes riveraines en milieu agricole. Elle présente par la suite un modèle d'aménagement riverain développé dans le sud du Québec. Il s'agit d'un système riverain de 5 à 6 m de largeur combinant le peuplier hybride et l'érable argenté à la végétation herbacée ou arbustive naturelle. Cette combinaison d'espèces pourrait également s'appliquer à divers autres contextes agricoles de l'Est du Canada. Les aspects suivants sont examinés en rapport avec ce modèle d'aménagement riverain :

- le rôle des arbres à croissance rapide en milieu riverain ;
- l'importance de la strate herbacée ;
- l'aménagement, l'entretien et la gestion des systèmes riverains de peuplier hybride.

Certaines options sont enfin présentées afin de fournir un aperçu des opportunités multiples qui existent en matière d'aménagement riverain en milieu agricole.



Rôles des bandes riveraines en milieu agricole

Contrôle de la pollution diffuse et rempart contre l'érosion

La pollution diffuse est issue de rejets provenant de toute la surface d'un territoire. Ces rejets sont transmis aux milieux aquatiques de façon indirecte, par ou à travers le sol, sous l'influence de la force d'entraînement des eaux (de précipitation ou d'irrigation). La pollution diffuse d'origine agricole est composée principalement de nutriments — azote (N) et phosphore (P) —, de pesticides, de matières en suspension et de pathogènes (bactéries, virus). Elle provient essentiellement de :

- l'application d'engrais minéraux et de pesticides ;
- l'épandage des déjections animales ;
- la présence de pâturages à proximité des cours d'eau (déjections animales et piétinement des berges en l'absence de barrière) ;
- l'érosion des sols cultivés et des berges.

Une dégradation physique, chimique et bactériologique de la qualité de l'eau accompagne la pollution diffuse, ce qui favorise l'eutrophisation des milieux aquatiques et peut aussi mener à l'apparition de fleurs d'eau de cyanobactéries. Ainsi, les bandes riveraines constituent dans bien des contextes agricoles la dernière barrière de protection contre la pollution diffuse. Leur mise en place permet de rétablir les fonctions écologiques et biogéochimiques suivantes :

- Séquestration de N et P dans la biomasse ;
- Dégradation de certains pesticides ;
- Création d'un environnement propice à la dénitrification bactérienne ;
- Infiltration des eaux de ruissellement ;
- Blocage des sédiments et des déjections ;
- Stabilisation des berges et du sol en profondeur.



À l'automne comme au printemps, la bande riveraine accumule peu de nutriments dans la biomasse végétale. Le sol gorgé d'eau et riche en matière organique favorise toutefois la dénitrification bactérienne.

Création d'un microclimat

La présence dans la zone riveraine d'espèces arbustives et arborescentes crée de l'ombrage, ce qui diminue la température de l'eau et assure un niveau plus élevé d'oxygène dissout. Cet ombre réduit aussi la croissance des algues et la présence de certaines espèces invasives comme le phragmite commun (*Phragmites communis*). En plus de fournir de la fraîcheur aux animaux de ferme lors des canicules, les bandes riveraines arborescentes constituent des brise-vent efficaces pouvant réduire la sécheresse et améliorer le rendement des cultures.



Bande riveraine luxuriante créée par le peuplier hybride (5 ans)



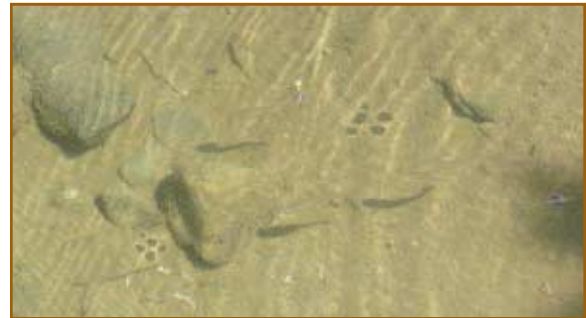
Ombrage créé par le peuplier hybride (4 ans)

Habitats pour la faune et la flore

Puisqu'elle relie l'eau à la terre et qu'elle crée un microclimat particulier, la zone riveraine offre des habitats de première importance pour la biodiversité terrestre et aquatique. Seulement au Québec, on associe aux milieux riverains quelque 271 espèces de vertébrés, 30 espèces de mammifères, la moitié des espèces d'oiseaux et 75 % des espèces d'amphibiens et de reptiles (Goupil 1998). C'est également environ la moitié des 375 plantes vulnérables ou menacées

qui dépendent des milieux humides et riverains. Enfin, ces écosystèmes permettent de protéger la qualité de l'environnement aquatique. Au Québec, on compte quelque 190 espèces de poissons, dont 112 vivant en eau douce. (voir MDDEP 2007)

Le drainage souterrain peut réduire la capacité de la bande riveraine à contenir la pollution diffuse. Un marais filtrant dans lequel se déverseront les eaux drainées pourrait alors être aménagé, combiné à une revégétalisation des berges.



Ces deux images ont été prises la même journée sur le même cours d'eau. En haut, environnement aquatique protégé par la bande riveraine de peuplier hybride (présence de poissons). En bas, environnement aquatique en amont de la bande riveraine (dominé par les algues).



Régulateur du cycle hydrologique

En favorisant, d'une part, l'infiltration des eaux de surface et, d'autre part, le maintien d'un régime d'évapotranspiration élevé, la végétation riveraine a le potentiel de réduire les inondations et les débits de pointe.

Fonction paysagère et récréotouristique

Les systèmes riverains agroforestiers génèrent de nombreux services écologiques pour la société. Les bandes riveraines arborescentes améliorent particulièrement l'esthétique des paysages et créent des habitats pour une faune convoitée par le citoyen. Au Québec, c'est environ 800 000 personnes qui s'adonnent annuellement à la pêche et 1 200 000 qui font des déplacements d'intérêt faunique sans prélèvement (MRNF 2004). Le milieu riverain constitue un endroit idéal pour se reposer et rend plus agréable d'autres activités comme le canotage et la randonnée. C'est toute la communauté qui bénéficie de ces aménagements.



Modification du paysage agricole par une bande riveraine de peuplier hybride après 4 ans (en haut) et 5 ans (en bas).



Un modèle d'aménagement riverain avec le peuplier hybride

Le modèle de bande riveraine que nous présentons est composé de trois rangées de peuplier hybride et d'une rangée d'érable argenté qui protège directement la berge. Aménagé en 2003 sur sept sites (cultures de maïs grain, de soya et pâturages) dans le sud du Québec, ce modèle riverain a été développé par les chercheurs Benoît Truax (FRFCE) et Daniel Gagnon (UQÀM).

D'une largeur totale d'environ 5 à 6 m, ce type de bande riveraine peut être établi autant sur les petits cours d'eau que sur les fossés de drainage. Cette faible largeur permet de laisser pénétrer assez de lumière pour qu'une strate arbustive ou herbacée dense se développe naturellement sous la canopée. Au fil des années, ce système riverain se diversifie en espèces de tous genres; il n'est donc pas nécessaire de planter des arbustes ou des plantes herbacées, à moins de vouloir y associer des arbustes fruitiers, par exemple. Seuls les arbres doivent ainsi être mis en terre, ce qui réduit les coûts d'établissement de la bande riveraine.

Pourquoi des essences à croissance rapide en milieu riverain ?

L'inclusion d'essences à croissance rapide tolérantes à l'inondation comme le peuplier, le saule ou l'érable argenté permet d'optimiser plusieurs fonctions écologiques à la fois. Le peuplier hybride est particulièrement performant en milieu riverain agricole, en plus d'être l'essence commerciale qui pousse le plus rapidement dans l'Est du Canada. Sa physiologie particulière lui confère les avantages suivants :

- Accumulation rapide dans la biomasse des nutriments (N et P) puisés à diverses profondeurs dans le sol;
- Pompage efficace de l'eau du sol, soit jusqu'à 100 litres/jour pour un arbre de 5 ans (Stomp *et al.* 1994);
- Stabilisation du sol en surface et en profondeur; les racines peuvent atteindre plus de 3 m de profondeur après 4 ans (Heilmann *et al.* 1994);
- Son vaste système de racines fines supporte des communautés microbiennes pouvant dégrader certains pesticides et dénitrifier l'azote;
- Production importante de litière, principale source alimentaire pour plusieurs organismes aquatiques;

- Séquestration du carbone (possibilité de vente de crédits de carbone);
- Amélioration rapide du paysage;
- Création d'un microclimat réduisant la température de l'eau et l'ensoleillement.



En haut, établissement de la bande riveraine en 2003 sur un cours d'eau qui traverse un pâturage. En bas, même bande riveraine en 2007 (5^e année de croissance).



Afin de maintenir l'efficacité à long terme d'une bande riveraine de peuplier en tant que puits de N et P, **il est impératif de réaliser une récolte partielle et périodique des peupliers hybrides ou de toute autre essence ligneuse présente.** Ainsi, pour produire de la biomasse énergétique, on pourra récolter le peuplier hybride après seulement 5 à 10 ans alors qu'environ 15 à 20 ans sont nécessaires pour produire du bois.

L'importance de la strate herbacée

Bien que les arbres soient fort importants en milieu riverain, il n'en demeure pas moins que la végétation herbacée a son rôle à jouer. À cause de sa densité, le couvert formé par les herbacées ralentit considérablement les eaux de ruissellement chargées en sédiments et en nutriments dissous. Ce ralentissement favorise ainsi l'infiltration des eaux et la redistribution des nutriments dans les couches plus profondes du sol. Ces nutriments pourront ensuite être pompés par les arbres qui possèdent un système racinaire plus développé en profondeur que la plupart des espèces arbustives et herbacées. Bref, pour avoir un système riverain efficace en matière de réduction de la pollution diffuse, il est essentiel de favoriser la croissance du couvert herbacé en dessous des arbres.



Sous la canopée formée par les peupliers, une végétation dense et diversifiée en espèces se développe naturellement.

Aménagement et entretien du système riverain

Par où commencer ?

La pollution diffuse ne résulte pas uniquement des excès de fertilisants, de pesticides et de sédiments qui entrent dans les grands cours d'eau. Elle provient en bonne partie du réseau hydrographique fin, soit les petits ruisseaux, naturels ou artificiels, et les fossés de drainage qui reçoivent aussi d'importantes quantités d'intrants d'origine agricole.

Dans le cas où une stratégie globale de restauration des milieux riverains serait déployée à l'échelle d'un bassin versant, l'établissement de bandes riveraines devrait idéalement se faire en commençant par les petits cours d'eau et les fossés de drainage qui se situent tout en haut du bassin versant. Dans le cas d'un aménagement ferme par ferme, la même stratégie devrait être utilisée, soit des petits cours d'eau et fossés vers les plus grands.



Prioriser la restauration des petits cours d'eau et fossés.

Choix des clones (cultivars) de peuplier

Au Québec, la majorité des cultivars de peuplier hybride a été obtenue par des croisements dirigés entre les cinq espèces de peuplier suivantes : *Populus deltoides* (D), *P. nigra* (N), *P. maximowiczii* (M), *P. balsamifera* (B) et *P. trichocarpa* (T) (MRNF 2001). Plusieurs autres clones issus de ces mêmes espèces parentales ont également été importés d'Europe.

Sur les sites agricoles de la Montérégie et de l'Estrie, nous avons remarqué que plusieurs types de croisement ont une croissance en volume appréciable (D x N; T x D; N x M; M x B et DN x M). À titre indicatif, après 5 années de croissance, les peupliers hybrides avaient 10,6 m de hauteur et 14,2 cm au DHP dans la bande riveraine établie sur un pâturage riche (moyenne de 5 clones: 3570, 3230, 3729, 915311, 915508). Dans le pâturage pauvre, ces valeurs chutaient à 5,6 m de hauteur et 5,1 cm au DHP. Nous constatons d'ailleurs que les hybrides D x N et T x D sont particulièrement performants dans les zones riveraines riches et suffisamment chaudes, en raison de leur forte croissance en biomasse.

Dans les emplacements plus froids ou plus pauvres sur le plan édaphique, nous recommandons d'utiliser des hybrides issus des deux espèces parentales suivantes : *P. maximowiczii* (M) et *P. balsamifera* (B). Ces deux espèces de peuplier appartiennent au groupe des peupliers baumiers; ils sont donc plus résistants au climat froid et ils tolèrent mieux les sols pauvres.

Pour plus d'information sur le choix des clones de peuplier hybride, il est possible de contacter M. Benoît Truax à la Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est (FRFCE).



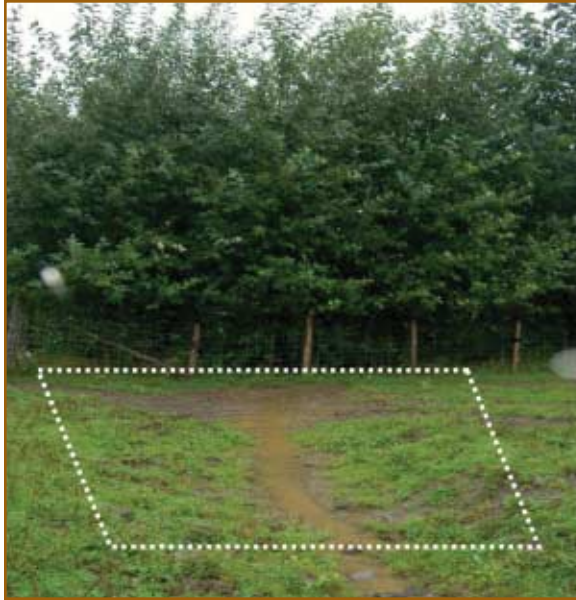
Clone 3570 (D x N) dans une plantation en friche (8 ans).



Rameau de tête de trois clones de peuplier. De gauche à droite, 915311 (M x B); 3570 (D x N); 3230 (T x D).

Quelle largeur de bande choisir ?

Le modèle FRFCE-UQÀM est d'une largeur d'environ 5 à 6 m, ce qui correspond à trois rangées de peuplier avec un espacement de 1,5 m entre les rangées, plus une rangée d'érable argenté ou de saule sur la berge. Nous recommandons d'élargir la bande dans les zones plus sensibles (jonction d'un cours d'eau intermittent, pente forte, sol friable, culture intensive, etc.), soit en ajoutant plus de rangées d'arbres, soit en élargissant la zone colonisée par la végétation herbacée.



Le pointillé en blanc indique la zone où il serait préférable d'élargir la bande riveraine afin de mieux contrôler la décharge du cours d'eau intermittent.

Il est important de choisir une diversité de clones non apparentés au lieu d'un seul clone. De cette façon la bande riveraine sera moins vulnérable face aux maladies et aux insectes ravageurs. Cette stratégie permettra aussi de diversifier la structure de la bande riveraine puisque chaque clone a une silhouette et un défilement différent. Une autre option, moins productive mais plus écologique, consiste à produire des espèces indigènes de peupliers en pépinière locale.

Comment établir la bande riveraine ?

Afin de favoriser l'établissement des plants, nous recommandons de réprimer la végétation de compétition. À la fin de l'été précédant la mise en terre des plants ou durant la première saison de croissance, appliquer un phytocide (ex.: glyphosate) de façon à réduire la vigueur de la végétation déjà présente. Si le contrôle de la végétation concurrente est réalisé l'année de la plantation, il faut demeurer vigilant pour ne pas endommager les plants. Pour éviter les problèmes, il suffit de protéger les jeunes arbres à l'aide d'un tube cartonné.

Il n'est pas recommandé d'épandre le phytocide sur toute la végétation présente. Mieux vaut arroser de façon manuelle, à l'aide d'un pulvérisateur portatif (sac à dos), seulement les superficies où le peuplier sera planté (1 m²/plant suffit). L'inconvénient temporaire et local causé par l'utilisation de l'herbicide sera largement compensé par l'excellent couvert végétal

que procurera le système. Un paillis de plastique peut être utilisé en remplacement du phytocide, en particulier dans les sites peu rocailloux et où la pente est relativement faible. Le coût et la main-d'œuvre associés à cette pratique seront cependant plus importants.



Planter le peuplier hybride à 30 cm de profondeur et plus.

Dans le cas où la législation ne permettrait pas d'utiliser un phytocide dans la zone riveraine, nous suggérons de planter directement sur la berge du saule arbustif ou arborescent. L'érable argenté peut aussi être utilisé, mais il tolère moins bien les sols pauvres et la végétation concurrente.

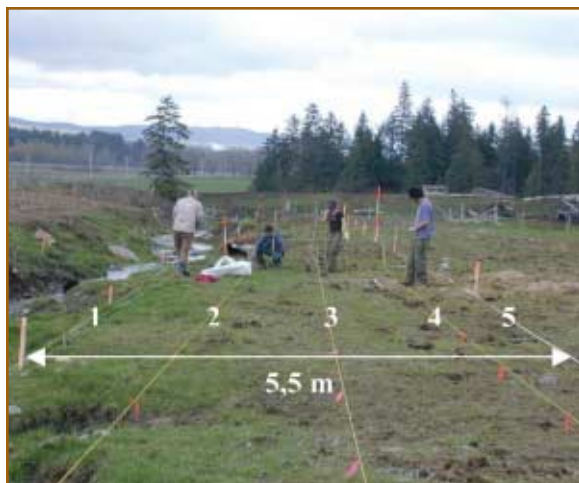
Le printemps suivant, il ne reste qu'à mettre en terre les plants. Généralement, la période idéale pour planter les arbres se situe vers le début du mois de mai ou lorsque le risque de gel est écarté. Les peupliers hybrides sont généralement livrés sous forme de plants à racines nues d'environ 1,5 à 2 m de hauteur. Il est recommandé de les planter à au moins 30 cm de profondeur, à l'aide d'une pelle, pour favoriser leur établissement.

Dans le modèle FRFCE-UQÀM, les trois rangées de peuplier hybride ont été plantées en damier selon un espacement de 3 m sur la rangée et 1,5 m entre les rangs. Un espacement plus ouvert peut néanmoins être utilisé afin de laisser pénétrer plus de lumière sous la canopée. Cela stimulera davantage la croissance de la strate herbacée en plus de réduire les coûts d'achat et de mise en terre des plants. Ne pas oublier de réprimer la végétation concurrente en fonction du patron d'espacement désiré. Pour une bande riveraine établie sur un pâturage, une clôture empêchera le broutage par le bétail. Pour éviter totalement ce problème, placer la clôture à au moins 1 m des arbres et, de préférence, utiliser une clôture électrique.

Comment entretenir le système ?

À la fin de la première saison de croissance, il est recommandé d'inspecter la plantation. S'il y a de la mortalité, il est possible de regarnir la plantation. Cette opération doit cependant avoir lieu rapidement, soit l'année suivant l'établissement.

À la 2^e saison de croissance (juin-juillet), on pourra tailler les arbres qui présentent des défauts majeurs (fourche, cassure, broutage, etc.) afin de conserver la tige dominante. À partir de la 3^e saison de croissance et jusqu'à la fin de la rotation, on pourra pratiquer un élagage des branches latérales. Cela permettra de donner plus de valeur commerciale au peuplier (qualité déroulage et sciage), en plus de favoriser l'entrée de la lumière sous la canopée. Idéalement, cet élagage sera pratiqué manuellement à l'aide d'un sécateur au mois de juin pour laisser le temps aux arbres de bien cicatriser. Après chaque arbre élagué, on prendra le soin de tremper la lame du sécateur dans l'alcool afin de restreindre le transfert de pathogènes entre les individus. Il est préférable d'élaguer peu, mais de répéter l'opération souvent durant la rotation (aux deux ans). L'élagage n'est pas toujours nécessaire: il dépend de l'objectif poursuivi par le propriétaire.



Établissement d'une bande riveraine dans un pâturage. Les 5 cordes correspondent aux rangées: d'érable argenté ou de saule (1); de peuplier hybride (2, 3, 4) et à la clôture (5).

Si vous remarquez la présence de castor dans le cours d'eau où votre bande riveraine est établie, il serait prudent de gagner les arbres avec du treillis métallique, car ce mammifère aime bien le peuplier en raison de son bois tendre.

La récolte du peuplier en bande riveraine

Dans le but de maintenir les fonctions écologiques multiples de la bande riveraine, il est essentiel de réaliser un prélèvement partiel, mais périodique des peupliers. Dépendamment de la richesse du site, on pourra récolter une certaine portion des tiges (moins de 50%) déjà après 5 à 10 ans afin d'en faire de la biomasse énergétique. On conservera les plus beaux spécimens sur pied afin de les récolter après 15 à 20 ans. Les tiges de meilleure qualité serviront à faire du bois de déroulage ou de sciage - palettes, bois lamifié (LVL) - ainsi que du bois torréfié (moules, meubles, applications extérieures). Les tiges de moins bonne qualité alimenteront l'industrie des panneaux à copeaux orientés (OSB) et des pâtes et papiers.

Nous recommandons de récolter les arbres de la fin août à la fin septembre afin d'optimiser l'enlèvement des nutriments du site agricole. À cette période de l'année, le peuplier a terminé sa croissance, mais il possède encore ses feuilles, riches en éléments nutritifs. Ainsi, en récoltant l'arbre avec ses feuilles, on retire du site un maximum de nutriments. Il est aussi recommandé de planifier la récolte de façon à ce que le couvert résiduel projette suffisamment d'ombre au dessus du cours d'eau après la coupe.

Après la récolte, deux options sont envisageables. On peut replanter de nouveaux peupliers hybrides ou tout simplement laisser les souches faire des rejets. Dans ce cas, un dépressage (éclaircissage) sera nécessaire afin de garder uniquement la tige dominante. Diverses espèces arborescentes coloniseront la bande riveraine: pin blanc, frêne, chêne, saule, érable, etc. Toutefois, il pourrait être avantageux d'en favoriser l'établissement par des plantations en combinaison avec le peuplier hybride dès le premier cycle de rotation.

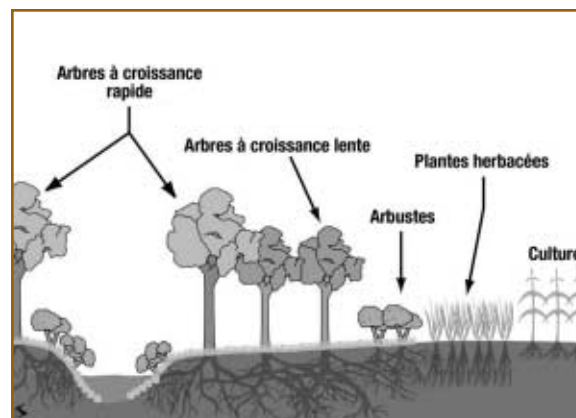


Figure 1: Bande riveraine multi-espèces combinant les strates arborescentes, arbustives et herbacées (traduit de Schultz *et al.* 2004)

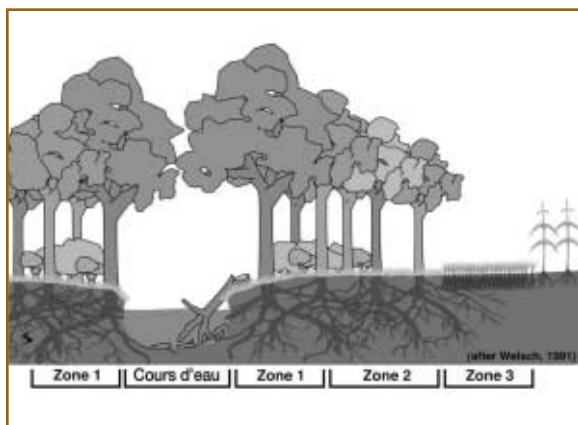


Figure 2: Bande riveraines forestière combinant (1) une zone forestière non récoltée et (2) une zone forestière aménagée à (3) une zone herbacée (Schultz et al. 2004)

Des alternatives à la bande riveraine de peuplier hybride

Le modèle FRFCE-UQÀM peut-être modifié et complexifié selon la volonté et les objectifs de chacun. Par exemple, nous avons planté une rangée d'érable argenté directement sur la berge à cause de l'étendue de son système racinaire. Le saule arbustif ou arborescent pourrait également être utilisé à cette fin. Il serait enfin possible de planter de l'aulne dans les sites pauvres.

Ceux qui voudront une bande riveraine ne contenant uniquement que des essences indigènes pourront remplacer complètement le peuplier hybride par d'autres essences à croissance rapide comme le peuplier deltoïde, le peuplier baumier et le saule. Certains propriétaires préféreront peut-être diversifier leur bande riveraine en essences nobles. Dans ce cas, ils pourront planter du peuplier hybride pour faire un couvert forestier en dessous duquel des essences nobles seront plantées quelques années plus tard (ex. : chêne, frêne, noyer). Par exemple, la mise en terre pourrait avoir lieu lors de la première coupe d'arbre (5-10 ans), d'après le modèle développé par Truax et al. (2000) en peupleraie naturelle. D'autres propriétaires désireront peut-être favoriser la biodiversité terrestre. Ces derniers pourraient opter pour une bande riveraine multi-espèces à trois zones (figure 1) : 1) arbres à croissance rapide et lente; 2) arbustes; 3) végétation herbacée. Cette disposition permet d'optimiser la diversité structurelle de l'habitat terrestre en plus d'abaisser substantiellement la température du cours d'eau.

Dans les paysages à l'origine forestiers mais aujourd'hui agricoles, comme c'est le cas dans l'ensemble du Québec, on pourrait opter pour une bande riveraine qui conservera au maximum l'intégrité écologique du cours d'eau. Dans ce cas, il serait adéquat d'aménager une bande riveraine forestière divisée en trois zones (figure 2) : 1) forêt non récoltée; 2) forêt aménagée; 3) contrôle du ruissellement par les herbacées.

Dans ce système, la zone 1 (forêt non récoltée) permet de maintenir en permanence un couvert forestier en bordure du cours d'eau. Un tel couvert stabilise et réduit de manière importante la température de l'eau, ce qui profite à diverses espèces fauniques, dont les salmonidés, plus sensibles aux conditions de température et d'oxygène. Par ailleurs, cette forêt non récoltée permet d'ajouter des débris ligneux de plus ou moins grande taille au milieu aquatique. Ces derniers constituent une source importante de nourriture pour certaines espèces en plus d'ajouter de la complexité à l'habitat aquatique. Le modèle de bande riveraine présenté dans ce document pourrait être aménagé de la sorte. Ainsi, la rangée d'érable argenté (ou de saule) et la rangée de peuplier hybride à proximité de l'eau pourraient ne jamais être récoltées alors qu'une récolte serait envisagée pour les deux autres rangées de peuplier hybride. Toutefois, si le propriétaire souhaite ne pas avoir de problèmes avec les embâcles, les arbres à proximité du cours d'eau pourront faire l'objet d'une récolte.

Conclusion

L'aménagement de systèmes agroforestiers permet de combiner, au sein d'une même stratégie de protection de la zone riveraine, des objectifs d'amélioration des habitats aquatiques et terrestres, d'accroissement de la biodiversité, de réduction de la pollution diffuse ainsi que de production de bois et d'énergie.

Dans l'Est du Canada, la plupart des terres agricoles se situent dans des paysages qui étaient forestiers à l'origine. En recréant un couvert forestier à l'interface entre l'eau et la terre, il sera possible de rétablir les fonctions écologiques de milieux aquatiques et riverains. En utilisant une espèce de début de succession comme le peuplier, on accélère la formation de ce couvert forestier. La bande riveraine devient alors rapidement un puits actif de carbone, d'azote et de phosphore, dans la mesure où les arbres sont récoltés régulièrement.

L'application des trois principes suivants fera en sorte que la bande riveraine remplira une multitude de fonctions écologiques et biogéochimiques :

- Planter d'abord des arbres à croissance rapide tolérants à l'inondation ;
- Favoriser la croissance de la végétation herbacée ;
- Récolter partiellement et périodiquement les arbres.

Le modèle d'aménagement présenté dans cette fiche technique peut être adapté selon les contextes et les conditions locales. Il pourra ainsi être modifié, ou utilisé tel quel, en fonction des intérêts économiques et environnementaux des propriétaires et selon les particularités de leur terrain.



Références et lectures suggérées

Décamps, H., G. Pinay, R.J. Naiman, G.E. Petts, M.E. McClain, A. Hillbricht-Ilkowska, T.A. Hanley, R.M. Holmes, J. Quinn, J. Gilbert, A.-M. Planty Tabacchi, F. Schiemer, E. Tabacchi et M. Zalewski (2004). Riparian zone: where biogeochemistry meets biodiversity in management practice. *Polish Journal of Ecology* 52 (1): 3-18.

Dorioz, J.M., D. Wang, J. Poulenard et D. Trévisan (2006). The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics - A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 4-21.

Dosskey, M.G., D.E. Eisenhauer et M.J. Helmers (2005). Establishing conservation buffers using precision information. *Journal of Soil and Water Conservation* 60(6): 349-354.

Heilmann, P.E., G. Ekuan et D. Fogle (1994) Above- and below-ground biomass and fine roots of 4-year-old hybrids of *Populus trichocarpa* X *Populus deltoides* and parental species in a short-rotation culture. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1186-1192.

Kelly, J.M., J. L. Kovar R. Sokolowsky et T. B. Moorman (2007). Phosphorus uptake during four years by different vegetative cover types in a riparian buffer. *Nutrient Cycling in Agræcosystem* 78: 239-251.

Licht, L.A. et J.G. Isebrands (2005). Linking phytoremediated pollutant removal to biomass economic opportunities. *Biomass and Bioenergy* 28: 203-218.

Licht, L.A. (1992). Salicaceæ family trees in sustainable agræcosystems. *The Forestry Chronicle* 68: 214-217.

Matthews, S., S.M. Pease, A.M. Gordon et P.A. Williams (1993). Landowner perceptions and the adoption of agroforestry practices in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 21: 159-168.

McClain, M.E., E.W. Boyer, C.L. Dent, S.E. Gergel, N.B. Grimm, P.M. Groffman, S.C. Hart, J.W. Harvey, C.A. Johnston, E.M., W.H. McDowell et G. Pinay (2003). Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic Ecosystems. *Ecosystems* 6: 301-312.

MDDEP - Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2007). Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Direction des politiques de l'eau. 148 p.

MRNF - Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2004). La faune et la nature, ça compte. www.faunenatureenchiffres.gouv.qc.ca

Naiman, R.J. et H. Descamps (1997). The ecology of interfaces. *Annual Review in Ecological Systems*. 28: 621-58

Osborne, L.L. et D.A. Kovacic (1993). Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshwater Biology* 29: 243-258.

MRNF - Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2001). Liste des clones recommandés de peuplier hybride par sous-région écologique au Québec (révision février 2001). 1p. Direction de la recherche forestière. MRNF. Québec.


Schultz R.C., J.P. Colletti, T.M. Isenhardt., W.W. Simpkins, C.W. Mize et M.L. Thompson (1995). Design and placement of a multi-species riparian buffer strip system. *Agroforestry Systems* 31: 117-132.

Schultz, R.C., T.M. Isenhardt, W.W. Simpkins et J.P. Colletti (2004). Riparian forest buffers in agræcosystems - lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. *Agroforestry Systems* 61: 35-50.

Stomp. A.M., K.H. Han, S. Wibert, M.P. Gordon et S.D. Cunningham (1994). Genetic strategies for enhancing phytoremediation. *Annals of the New York Academy of Science*. 721:481-491.

Truax, B., F. Lambert et D. Gagnon (2000). Herbicide-free plantations of oaks and ashes along a gradient of open to forested mesic environments. *Forest Ecology and Management* 137 (1): 155-169.

Goupil, J.Y. (1998). Protection des rives, du littoral et des plaines inondables: Guide des bonnes pratiques. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Nouvelle édition 2002. Distribué par les Publications du Québec. Québec. 170 p.



Les auteurs tiennent à remercier le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) et la Conférence régionale des élus de l'Estrie, qui ont contribué au financement du projet de recherche en cours depuis 2003, ainsi que le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Des remerciements sont aussi adressés aux propriétaires privés et aux producteurs agricoles qui participent au projet expérimental de la FRFCE réalisé sur leurs propriétés.

FRFCE
Fiducie de Recherche sur la
Forêt des Cantons-de-l'Est

UQÀM

Réalisation: Julien Fortier, doctorant, Institut des sciences de l'environnement (ISE) et Centre d'étude de la forêt (CEF), UQÀM; Benoît Truax, *Ph.D.*, Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est (FRFCE); Daniel Gagnon, *Ph.D.*, Centre d'étude de la forêt (CEF), UQÀM.

Courriels des auteurs:

J. Fortier: fortier.julien@courrier.uqam.ca

B. Truax: btruax@frfce.qc.ca

D. Gagnon: gagnon.daniel@uqam.ca

Crédits photo: Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est

Pour plus d'informations:

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Direction générale de l'environnement et de
l'Administration du rétablissement agricole des Prairies
Services régionaux, région du Québec
Gare maritime Champlain
901, rue du Cap-Diamant, bureau 350-4
Québec (Québec) G1K 4K1

Téléphone: 418-648-3652

Télécopieur: 418-648-7342

Courriel: garipeys@agr.gc.ca

Site Web: www.agr.gc.ca

Les opinions et déclarations contenues dans cette publication n'engagent que leur auteur et ne reflètent pas nécessairement la politique d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ou celle du gouvernement du Canada. Cette publication peut être reproduite sans autorisation dans la mesure où la source est indiquée en entier.