

4.12 Milieu aquatique

Les écosystèmes aquatiques, humides et riverains remplissent de nombreuses fonctions écologiques, récréatives et économiques. La récolte forestière peut altérer ces milieux. Le maintien d'une superficie minimale boisée par bassin versant et la protection de lisières boisées riveraines atténuent les effets de la récolte. Ces mesures de protection peuvent être prises en considération lors du calcul des possibilités forestières.

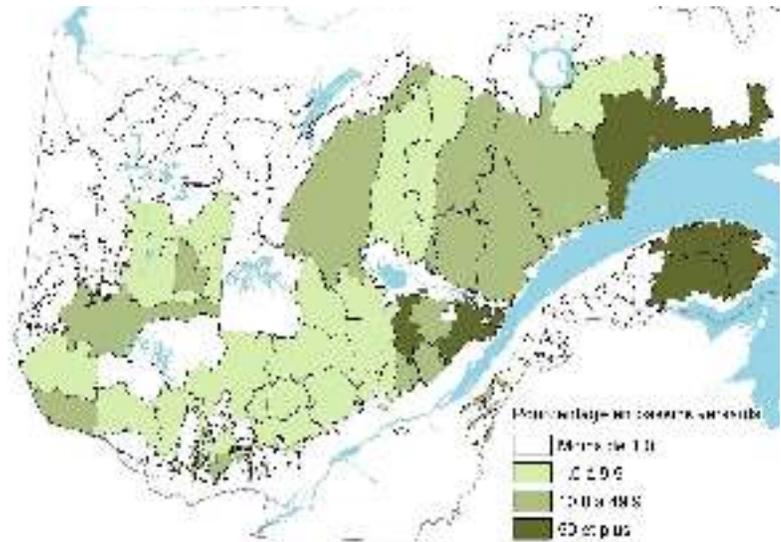


Crédit photo : Ministère des Ressources naturelles

Préoccupation

En milieu forestier, l'apport de sédiments constitue la principale cause de la dégradation de la qualité de l'eau et des habitats aquatiques¹. En forêt aménagée, ces sédiments proviennent principalement de l'érosion provenant des voies d'accès (ex. : fossés de drainage). Le prélèvement des arbres peut également diminuer la cohésion et l'ancrage du sol et favoriser l'érosion des berges. Les sédiments augmentent la turbidité de l'eau et modifient les caractéristiques des lits des cours d'eau et des lacs, ce qui perturbe les communautés aquatiques². Par exemple, les sédiments peuvent colmater les interstices du gravier des frayères et réduire les apports en oxygène, et ainsi diminuer le succès de reproduction de certains poissons tels que les salmonidés³.

L'augmentation de la superficie déboisée d'un bassin versant⁴ peut causer une hausse des débits de pointe susceptible d'altérer les habitats aquatiques⁵. La réduction du couvert forestier dans un bassin versant diminue l'évapotranspiration et l'interception des précipitations par les arbres, augmentant du même coup la teneur en eau du sol et l'écoulement vers les cours d'eau⁶. L'augmentation des surfaces compactées (ex. : chemins, sentiers), en réduisant la capacité d'infiltration du sol, contribue également à l'augmentation de l'écoulement. Ceci peut entraîner une hausse des débits de pointe des cours d'eau, soit des écoulements



Source : Compilation du Bureau du forestier en chef

Figure 1. Pourcentages des unités d'aménagement en bassins versants touchés par des préoccupations relatives au maintien de la qualité du milieu aquatique (rivières à saumon atlantique, certaines rivières à ouananiche et certains sites fauniques d'intérêt)⁷.

maximaux qui surviennent lors de la fonte de la neige et surtout de pluies abondantes. Ces événements épisodiques sont susceptibles d'altérer la morphologie d'un cours d'eau et d'amplifier les processus d'érosion et de sédimentation, ayant pour conséquence une diminution de la qualité de l'habitat aquatique⁸. Selon des résultats applicables aux conditions du Québec, les bassins déboisés récemment par la récolte ou naturellement (feu, chablis, insecte) à plus de 50 % de leur superficie totale sont plus susceptibles de subir des augmentations de leur débit de pointe à pleins bords

¹ Plamondon (1982), Roberge (1996), St-Onge et al. (2001).

² Roberge (1996), Bérubé et Lévesque (1998), St-Onge et al. (2001).

³ St-Onge et al. (2001), Lachance et al. (2008). La famille des salmonidés regroupe des espèces particulièrement recherchées pour la pêche sportive telles que l'omble de fontaine, le saumon atlantique, la truite grise et la ouananiche.

⁴ Le bassin versant désigne un territoire délimité par les lignes de partage des eaux sur lequel toutes les eaux s'écoulent vers un même point appelé exutoire.

⁵ Plamondon (2004), Guillemette et al. (2005).

⁶ Barry et al. (2009), Plamondon (2011a).

⁷ Se référer aux sections *Aménagement forestier* et *Intégration au calcul*.

⁸ Roberge (1996), Bérubé et Lévesque (1998), St-Onge et al. (2001), Plamondon (2004).

suffisantes pour altérer la morphologie du cours d'eau⁹. Ce risque s'observerait dans les bassins versants de toutes tailles¹⁰. De plus, le déboisement du bassin versant peut modifier les concentrations d'éléments chimiques (ex. : phosphore, azote, carbone organique dissous) et avoir un effet sur les divers paliers du réseau trophique des communautés aquatiques¹¹ (ex. : phytoplancton, zooplancton, poissons). Les effets du déboisement s'estompent au fil du temps avec la reconstitution du couvert végétal et le décompactage des sols.

Les activités de récolte peuvent modifier également les fonctions des milieux riverains ou humides. Ces milieux sont riches en espèces fauniques et floristiques et contribuent fortement à la biodiversité régionale¹². La récolte des lisières boisées riveraines peut augmenter la température de l'eau et limiter la présence dans les cours d'eau de gros débris ligneux essentiels à leur dynamique¹³. La récolte sans protection des berges, tout comme les chablis naturels, peut favoriser l'érosion et le transport de sédiments¹⁴. Les lisières boisées intactes ou partiellement récoltées conservent une partie des habitats riverains, atténuent les effets des coupes sur le milieu aquatique¹⁵ et contribuent au maintien de la qualité visuelle des paysages forestiers. Toutefois, celles-ci sont souvent trop étroites pour offrir un habitat de bonne qualité pour la faune et leur récolte partielle peut diminuer l'abondance de certains attributs essentiels de cet habitat tels les arbres morts de fort diamètre¹⁶. Dans le cas des milieux humides forestiers (tourbière boisée, marécage arborescent), la récolte forestière peut créer des ornières¹⁷, provoquer la remontée de la nappe phréatique¹⁸ ou favoriser la paludification des sites¹⁹.

⁹ Le débit à pleins bords est le débit maximal qu'un lit peut contenir avant qu'il se produise un débordement sur la plaine inondable (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario – Les niveaux et débits de l'eau). Une augmentation de plus de 50 % du débit de pointe à pleins bords est jugée suffisante pour altérer la morphologie du cours d'eau. Selon des résultats applicables aux conditions du Québec, parmi les bassins récoltés récemment à plus de 50 %, un sur quatre subirait une augmentation de plus de 50 % de son débit de pointe. Les effets varient selon la fréquence de la crue considérée, la cause (ex. : pluie, fonte de la neige), les conditions climatiques, la taille du bassin ainsi que l'étendue et la configuration des coupes (Plamondon 2004, Tremblay et al. 2008).

¹⁰ Plamondon (2004).

¹¹ Carigan et Steedman (2000), Carignan et al. (2000), St-Onge et al. (2001), Barry et al. (2009).

¹² Larue et al. (1995), Sabo et al. (2005), Comité scientifique sur les enjeux de biodiversité (2007).

¹³ Roberge (1996), Moore et al. (2005).

¹⁴ Plamondon (1982).

¹⁵ Roberge (1996).

¹⁶ Darveau et al. (1995), Hannon et al. (2002), Comité scientifique sur les enjeux de biodiversité (2007).

¹⁷ MRNFP (2005).

¹⁸ Dubé et al. (1995), Pothier et al. (2003), Marcotte et al. (2008).

¹⁹ Se référer au fascicule 4.9 – Paludification.

Encadré 1. Engagements gouvernementaux

Projet de Stratégie d'aménagement durable des forêts²⁰

- Un des objectifs de la stratégie consiste à protéger les milieux aquatiques, riverains et humides en améliorant les interventions forestières et l'aménagement du réseau routier, notamment en assurant le respect du niveau maximal permis de déboisement des bassins versants de rivières à saumon atlantique et de certaines rivières à ouananiche²¹.

Futur règlement d'aménagement durable des forêts²⁰

- Une lisière boisée mesurant au moins 20 m de large doit être conservée en bordure d'une tourbière ouverte (non boisée) avec mare, d'un marais, d'un marécage arbustif ou arborescent riverain, d'un lac ou d'un cours d'eau permanent;
- La récolte partielle est permise dans cette lisière lorsque la pente est inférieure à 30 %. Une récolte partielle maximale de 40 % des tiges marchandes ou de la surface terrière est permise dans la lisière boisée. La densité ou la surface terrière ne peut être réduite en deçà de 700 tiges marchandes/ha ou de 16 m²/ha;
- Une lisière boisée d'au moins 60 m doit être conservée en bordure d'une rivière ou d'une partie de rivière reconnue comme une rivière à saumon;
- La récolte est interdite dans un marécage arborescent riverain (érablière argentée et ormaie-frênaie (FO18), frênaie noire à sapin (MF18), bétulaie jaune à sapin (MJ28) et sapinière à thuya (RS18));
- Plusieurs modalités de nature plus opérationnelle sont également prévues afin d'éviter l'apport de sédiments au milieu aquatique. Elle concernent, entre autres, la circulation de la machinerie à proximité des milieux aquatiques et humides, la construction des chemins, l'installation d'infrastructures routières (ponts et ponceaux) et le drainage sylvicole.

Aménagement forestier

Objectif

L'objectif d'aménagement consiste à maintenir la qualité des écosystèmes aquatiques, humides et riverains. Les objectifs spécifiques touchent, entre autres, au maintien de la qualité du milieu aquatique pour les bassins versants où sont présentes des espèces de poisson en situation précaire à haute valeur commerciale (saumon atlantique, ouananiche) ainsi que pour des lacs et rivières identifiés comme sites fauniques d'intérêt. Ces objectifs varient d'une région à l'autre selon la nature des enjeux.

²⁰ MRNF (2010a).

²¹ Se référer à MRNFP (2005) pour une liste des rivières ciblées. Les bassins versants ciblés incluent ceux des rivières ainsi que certains de leurs tributaires. Les rivières à saumon atlantique et leurs tributaires bénéficiant de cette mesure sont ceux qui sont protégés en tout ou en partie par une lisière boisée de 60 m, selon le futur règlement d'aménagement durable des forêts.

Moyens d'aménagement

À l'échelle d'une planification stratégique, les moyens consistent essentiellement en la protection des lisières boisées riveraines et en une modulation dans le temps des superficies récoltées dans les bassins versants sensibles. D'autres moyens sont appliqués à l'échelle opérationnelle, notamment ceux relatifs à la planification, à la construction et à l'entretien du réseau routier²².

Superficie récoltée par bassin versant

Limiter la superficie de coupes dans un bassin versant diminue les risques d'augmentation des débits de pointe des cours d'eau et atténue les effets sur la qualité de l'eau et les communautés aquatiques²³. L'augmentation des débits de pointe résulte des effets des superficies fraîchement déboisées, mais également des effets, bien que plus faibles, des coupes et du déboisement naturel moins récents. La notion d'aire équivalente de coupe (AÉC) est utilisée afin de prendre en considération les effets cumulés des superficies fraîchement récoltées ainsi que des coupes et des perturbations plus anciennes (se référer à la section *Indicateurs forestiers*).

Afin de réduire davantage les risques d'augmentation des débits de pointe, les coupes devraient être distribuées à différentes altitudes, expositions et distances du réseau hydrographique, en évitant les zones humides²⁴. Une diminution et une répartition adéquate des surfaces compactées, des coupes, des chemins et des sentiers permettent également de réduire ces risques.

Lisières boisées riveraines

Le maintien de lisières boisées riveraines contribue à préserver l'intégrité des milieux aquatiques, humides et riverains. Afin de remplir pleinement leurs fonctions, les lisières boisées doivent être d'une largeur suffisante et les modalités de récolte doivent être adaptées aux particularités locales (ex. : pente, type de milieu aquatique ou humide). Le futur règlement d'aménagement durable des forêts (futur RADF) prévoit le maintien de lisières boisées d'une largeur minimale de 20 m en bordure des milieux aquatiques et de certains milieux humides; une récolte partielle est permise dans ces lisières (encadré 1).

Un élargissement des lisières boisées ainsi que l'interdiction de récolte sont deux moyens permettant de

mieux préserver l'intégrité de ces milieux²⁵. À cet effet, une protection particulière est appliquée aux rivières à saumon pour lesquelles aucune activité d'aménagement forestier n'est permise dans une bande de 60 m de largeur de chaque côté des cours d'eau. Une protection intégrale ou un élargissement de la lisière boisée (ex. : 40 m) sont également appliqués pour plusieurs rivières ou lacs identifiés comme sites fauniques d'intérêt²⁶.

Autres moyens d'aménagement

Plusieurs mesures réglementaires doivent être appliquées lors de la planification, de la construction et de l'entretien du réseau routier ou lors du passage de la machinerie, afin de réduire l'apport de sédiments au milieu aquatique. Ainsi, le futur RADF interdit la circulation de la machinerie aux abords de tous les cours d'eau forestiers (incluant les intermittents) et encadre la construction et l'entretien des chemins. De plus, de saines pratiques²⁷ complémentaires au futur RADF peuvent être appliquées afin de prévenir l'érosion du réseau routier.

Indicateurs forestiers

Des indicateurs et des seuils peuvent être appliqués afin de limiter la superficie déboisée dans un bassin versant. L'AÉC est l'indicateur utilisé pour les bassins de rivières à saumon atlantique et de rivières à ouananiche. D'autres indicateurs sont généralement utilisés pour les bassins versants des sites fauniques d'intérêt.

Rivières à saumon atlantique et rivières à ouananiche

L'AÉC d'un bassin versant correspond à une superficie coupée par la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) au cours de la dernière année et ayant les mêmes effets hydrologiques que les superficies d'un bassin versant récoltées ou déboisées naturellement au cours d'une certaine période²⁸. L'AÉC des différentes coupes est calculée à l'aide d'un facteur de pondération appelé *taux régressif des effets de la coupe* (TREC) dont les valeurs dépendent principalement du temps écoulé depuis la perturbation et du type de traitement sylvicole (l'effet d'une coupe totale est supérieur à l'effet d'une coupe partielle). Par exemple, l'effet de 100 ha récoltés par une CPRS âgée de 7 ans équivaut à l'effet de 90 ha

²² Schreiber et al. (2006).

²³ St-Onge (2001), Plamondon (2004).

²⁴ Ces zones saturées en eau contribueraient davantage à l'écoulement rapide de l'eau (Plamondon 2004).

²⁵ Par exemple, dans le cadre des plans d'aménagement de 2008-2013, 20 % de la superficie des lisières boisées riveraines a été soustraite à toute exploitation forestière dans chaque unité d'aménagement. Cet approche s'inscrivait dans le cadre de l'objectif de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier visant à conserver du bois mort dans les forêts aménagées (OPMV 8, Déry et Labbé 2006).

²⁶ MRN – Sites fauniques d'intérêt (SFI).

²⁷ MRN (2001), Déglise et al. (2004).

²⁸ Plamondon (2004), Langevin et Plamondon (2004).

coupés au cours de la dernière année. Les effets de la récolte sur le débit de pointe diminuent avec le rétablissement du couvert pour devenir nuls après 35 ans pour une CPRS.

Le risque d'augmentation des débits de pointe à un niveau susceptible d'altérer l'habitat aquatique devient significatif lorsque l'AÉC dépasse 50 % de la superficie d'un bassin versant²⁹. Selon les conditions de récolte permises au Québec, ce pourcentage est rarement atteint sur les grands bassins (> 100 km²), mais peut l'être sur les plus petits. Cependant, même au-delà de ce seuil de 50 %, les risques de dommage prolongé pour la faune aquatique seraient relativement limités³⁰. Ainsi, l'application de cette approche est limitée aux bassins versants où sont présentes des espèces de poisson en situation précaire à haute valeur commerciale, tels que les bassins de rivières à saumon atlantique et de certaines rivières à ouananiche (encadré 1).

Lacs et rivières identifiés comme sites fauniques d'intérêt

Les plans d'eau connus pour abriter des espèces à statut précaire ou jugés exceptionnels en termes de rareté ou de qualité d'habitat sont identifiés comme sites fauniques d'intérêt. Des modalités particulières d'aménagement, telles qu'un pourcentage maximal de superficies déboisées, y sont définies et apparaissent dans les plans d'aménagement forestier intégré. Selon la région et la nature de l'enjeu, différents indicateurs³¹ sont utilisés afin de limiter la coupe dans les bassins versants tels que :

- aire équivalente de coupe ≤ 50 % de la superficie du bassin versant³²;
- peuplements entre 0 et 24 ans ≤ 50 % de la superficie du bassin versant³³;
- peuplements de moins de 2 m de hauteur ≤ 50 % de la superficie du bassin versant³⁴;
- peuplements de moins de 3 m de hauteur ≤ 50 % de la superficie du bassin versant³⁵.

²⁹ Langevin (2004), Plamondon (2004). Selon Plamondon (2004), le seuil de 50 % d'AÉC s'applique lorsque i) la récolte s'étend sur plus d'une exposition, ii) la récolte est distribuée à différentes distances du réseau hydrographique et iii) la proportion de la superficie en sol perturbé varie de 2 à 7 %. Le seuil pourrait varier en fonction du respect ou non de ces conditions.

³⁰ Langevin (2004).

³¹ À noter que la méthode de calcul de l'AÉC développée par le ministère des Ressources naturelles, ainsi que la recommandation d'une AÉC maximale de 50 % par bassin versant, sont conçues pour limiter les augmentations de débit de pointe d'un cours d'eau. Elles s'appliquent donc aux bassins versants de cours d'eau et non de lacs.

³² Par exemple, les rivières à ombre de fontaine anadrome et leurs tributaires au Saguenay-Lac-Saint-Jean (MRNF 2010b).

³³ Par exemple, certains lacs à ombre de fontaine au Bas-Saint-Laurent (MRN – Sites fauniques d'intérêt [SFI]).

³⁴ Par exemple, certains lacs à ombre chevalier, à ombre de fontaine et à touladi en Outaouais (MRN – Sites fauniques d'intérêt [SFI]).

³⁵ Par exemple, certains lacs à ombre de fontaine sensibles et certains lacs à touladi en Abitibi-Témiscamingue (MRNF 2009).

Intégration au calcul

L'intégration de cet objectif au calcul se fait essentiellement par l'exclusion totale ou partielle de la récolte des lisières boisées riveraines ainsi que par le suivi du pourcentage de superficie récoltée dans les bassins versants ciblés (rivières à saumon ou à ouananiche et sites fauniques d'intérêt). Le pourcentage du territoire forestier occupé par de tels bassins versants peut être élevé, en particulier pour les unités d'aménagement de l'est du Québec (figure 1).

La prise en considération de cet objectif dans le calcul des possibilités forestières se fait aux étapes suivantes :

✓	Cartographie
	Strates d'aménagement
	Stratégie sylvicole
	Évolution des strates
✓	Variables de suivi
	Optimisation
	Spatialisation avec STANLEY

Cartographie

Bassins versants

La délimitation des bassins versants est intégrée à la carte CFET-BFEC. Ces bassins versants sont ceux des rivières à saumon atlantique et de certaines rivières à ouananiche de la région du Lac-Saint-Jean (figure 2). Les bassins versants identifiés comme sites d'intérêt fauniques ont aussi été inclus à la carte CFET-BFEC.

Lisières boisées riveraines

La protection ou la récolte partielle des lisières boisées riveraines est prise en considération au calcul. Dans le cas des rivières à saumon, les lisières boisées de 60 m sont délimitées et exclues du calcul. Les lisières boisées riveraines associées aux sites fauniques d'intérêt, de largeur variable, sont délimitées afin d'être exclues du calcul ou admissibles à une récolte partielle.

Les autres lisières boisées riveraines sont considérées indirectement au calcul en appliquant un pourcentage de réduction de la superficie des polygones touchés. Ce pourcentage est fonction de la superficie des lisières boisées et de la densité des peuplements touchés³⁶. Le résultat du calcul est ajusté à la baisse sur la base de ce pourcentage de réduction.

³⁶ La valeur du pourcentage de réduction est établie en considérant une largeur des lisières de 20 m et une récolte partielle à l'intérieur des lisières de densité « A » et « B ».



Source : Ministère des Ressources naturelles

Figure 2. Bassins versants des rivières à saumon atlantique et des rivières à ouananiche visés par le seuil de 50 % de superficie déboisée et intégrés dans le calcul des possibilités forestières³⁷.

Milieus humides

La plupart des milieux humides sont identifiés dans la carte CFET-BFEC comme terrains improductifs (ex. : dénudés humides, aulnaies, sites inondés). Ceux-ci sont exclus du calcul. D'autres milieux humides dominés par les arbres (i.e. marécages arborescents) et caractérisés par des peuplements productifs mal drainés (code de milieu physique « 7 », « 8 » ou « 9 ») peuvent être inclus au calcul. Leur aménagement varie selon le contexte de chaque unité d'aménagement³⁸.

Variables de suivi

Aux fins du calcul, l'AÉC est l'indicateur utilisé pour les bassins versants des rivières à saumon atlantique et des rivières à ouananiche, ainsi que pour certains bassins versants identifiés comme sites fauniques d'intérêt. Étant donné l'échelle de planification stratégique propre au calcul des possibilités forestières (i.e. modélisation par période de 5 ans, simplification des traitements sylvicoles), les TREC utilisés sont une adaptation de ceux présentés par Langevin et Plamondon (2004). Ces TREC sont basés sur le temps depuis l'intervention plutôt que sur la surface terrière ou la hauteur³⁹. La méthode est applicable aux peuplements résineux, mixtes et feuillus⁴⁰.

³⁷ Les bassins versants présentés correspondent à ceux identifiés dans la carte CFET-BFEC. Dans certains cas (ex. : unités d'aménagement 03152 et 03551), des sites fauniques d'intérêt sont également inclus.

³⁸ Pour les cas liés à la paludification, se référer au fascicule 4.9 – Paludification.

³⁹ La hauteur est peu appropriée pour tenir compte des effets de certains traitements sylvicoles alors que la surface terrière est disponible uniquement pour les tiges marchandes (Plamondon 2011 a et b).

⁴⁰ Plamondon (2011a).

Tableau 1. Taux régressif de l'effet de la coupe (TREC [%]) selon le type de traitement sylvicole et le temps depuis l'intervention. Les TREC sont adaptés de Langevin et Plamondon (2004) pour être appliqués par période⁴¹ (5 ans).

Période (5 ans)	Coupes à fort prélèvement ^a	Coupes à fort prélèvement avec EPC	Coupes partielles
1	100	100	20
2	90	90	0
3	65	75	0
4	45	55	0
5	30	35	0
6	15	25	0
7	10	10	0

^a Incluent les coupes totales (CTSP, CPRS, CPHRS, CRS), la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) ainsi que les coupes finales des coupes progressives.

Les TREC varient selon le groupe de traitement sylvicole réalisé et le temps depuis l'intervention (tableau 1) :

- coupes à fort prélèvement – Ce groupe inclut les coupes totales⁴², la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) et les coupes finales de la coupe progressive régulière (CPR) et de la coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPI-RL)⁴³. Ce TREC s'applique également aux superficies ayant subi des perturbations naturelles sévères (brûlis total, chablis total, épidémie grave). Les gains de temps (position de retour sur la courbe *effets de traitement*) appliqués à certains traitements sylvicoles (ex. : CPPTM, CPR) sont pris en considération lors de l'application du TREC. Par exemple, un traitement tel que la CPHRS qui entraîne un gain de 5 ans sur la courbe *effets de traitement* a immédiatement un TREC de 90 %.
- coupes à fort prélèvement avec éclaircie précommerciale (EPC) – Ce groupe inclut les strates traitées par l'EPC. Le TREC applicable est supérieur à celui d'un même type de strate sans EPC à partir de la 3^{ème} période (moment où s'applique l'EPC dans le cadre du calcul), car il prend en considération la végétation résiduelle réduite après intervention.
- coupes partielles – Ce groupe inclut les coupes partielles qui maintiennent une forte proportion du couvert, telles que les coupes de jardinage, l'éclaircie commerciale et les coupes d'ensemencement des coupes progressives. Un TREC de 20 % est appliqué à la période à laquelle la coupe partielle est réalisée.

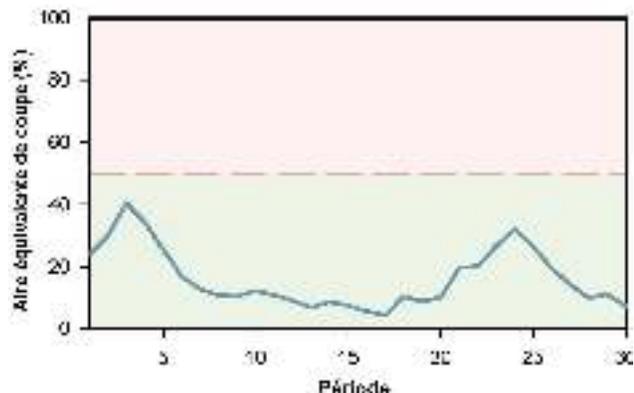
L'AÉC est calculée à chaque période par bassin versant en appliquant les TREC appropriés aux superficies soumises à ces trois types de récolte. L'AÉC doit être

⁴¹ À l'origine, six types d'intervention ou de perturbation naturelle sont présentés dans la méthode de Langevin et Plamondon (2004). Cependant, aux fins du calcul, trois types de TREC sont appliqués. Ce choix s'explique entre autres par l'échelle de planification stratégique du calcul, la représentativité des traitements sylvicoles et par la limite des éléments techniques pouvant être modélisés.

⁴² Les coupes totales incluent la coupe totale sans protection (CTSP), la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS), la coupe avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS) et la coupe avec réserve de semenciers (CRS).

⁴³ Se référer au chapitre 3 sur les traitements sylvicoles.

égale ou inférieure à 50 % de la superficie du bassin versant⁴⁴ en tout temps⁴⁵ (figure 3).



Source : Bureau du forestier en chef

Figure 3. Exemple de l'évolution du pourcentage d'un bassin versant en aires équivalentes de coupes ainsi que le seuil maximal de 50 % à respecter.

Pour les sites fauniques d'intérêt, d'autres indicateurs que l'AEC peuvent être utilisés (ex. : superficies en peuplements de moins de 3 m de hauteur \leq 50 % de la superficie du bassin versant), conformément à la stratégie d'aménagement définie localement.

État des connaissances

Les études réalisées au Québec et ailleurs quant aux effets de la récolte forestière sur la qualité des milieux aquatiques, riverains et humides ont contribué à améliorer significativement la protection de ces milieux dans les territoires aménagés⁴⁶. En ce qui concerne plus spécifiquement les effets du déboisement dans les bassins versants, la prise en considération de cet aspect en aménagement forestier a porté essentiellement sur les débits de pointe des cours d'eau.

En parallèle, plusieurs études ont démontré que les bassins versants de rivières et de lacs fortement déboisés peuvent subir d'autres modifications, notamment en ce qui concerne la concentration de certains éléments chimiques (ex. : phosphore, azote, carbone organique dissous) et la composition des communautés aquatiques

(ex. : phytoplancton, zooplancton, poissons)⁴⁷. Ainsi, une limitation du déboisement peut s'avérer nécessaire afin de préserver la qualité du milieu aquatique dans certains lacs et rivières importants du point de vue écologique, social ou économique. Cependant, les effets du déboisement étant complexes et très variables entre les régions (différences dans les caractéristiques des plans d'eau et des bassins versants), une meilleure compréhension des effets de l'aménagement forestier à l'échelle locale permettrait de préciser la nature des enjeux et de valider la pertinence et la qualité des indicateurs de déboisement appliqués aux divers bassins versants et intégrés dans le cadre du calcul des possibilités forestières.

Références

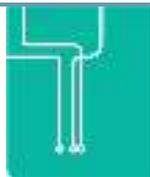
Références citées

- Barry, R., A.P. Plamondon, P. Bernier, M. Prévost, M. Seto, J. Stein et F. Trottier. 2009. Hydrologie forestière et aménagement du bassin hydrographique. Dans *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Manuel de foresterie*, 2^e édition. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, Qc, pp. 317-357.
- Bérubé, P. et F. Lévesque. 1998. Effects of forestry clear-cutting on numbers and sizes of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in lakes of the Mastigouche Wildlife Reserve, Québec, Canada. *Fisheries Management and Ecology*, 5 : 23-137.
- Carignan, R. et R. J. Steedman. 2000. Impacts of major watershed perturbations on aquatic ecosystems. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 57(suppl. 2) : 1-4.
- Carignan, R., P. D'Arcy et S. Lamontagne. 2000. Comparative impacts of fire and harvesting on water quality in Boreal Shield lakes. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 57(suppl. 2) : 105-117.
- Comité scientifique sur les enjeux de biodiversité. 2007. Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides. Rapport préliminaire du comité scientifique. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Qc, viii + 118 p. + annexes.
- Darveau, M., P. Beauchesne, L. Bélanger, J. Huot et P. LaRue. 1995. Riparian forest strips as habitat for breeding birds in the boreal forest. *Journal of Wildlife Management*, 59(1) : 67-78.
- Delisle, S., M. Dubé et S. Lachance. 2004. L'impact de ponceaux aménagés conformément au RNI et aux saines pratiques de voirie forestière sur les frayères à omble de fontaine. Ministère des Ressources naturelles, de la faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Direction de la recherche sur la faune, Québec, Qc, 20 p.
- Déry, S. et P. Labbé. 2006. Lignes directrices rattachées à l'objectif sur la conservation du bois mort dans les forêts aménagées : sélection de lisières boisées riveraines à soustraire de l'aménagement forestier. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 15 p.
- Dubé S., A.P. Plamondon et R.L. Rothwell. 1995. Watering-up after clear-cutting on forested wetlands of the St. Lawrence lowland. *Water Resources Research*, 31 : 1741-1750.
- Guillemette, F., A.P. Plamondon, M. Prévost et D. Lévesque. 2005. Rainfall generated stormflow response to clearcutting a boreal forest: peak flow comparison with 50 world-wide basin studies. *Journal of Hydrology*, 302 : 137-153.
- ⁴⁷ Carignan et al. (2000), St-Onge et al. (2001), Barry et al. (2009). Pour les lacs, l'ampleur des changements quant aux éléments chimiques est proportionnelle au rapport entre les aires déboisées et la superficie ou volume du lac, et dépend des caractéristiques du lac et du bassin versant (Carignan et Steedman 2000).

- Hannon, S.J., C.A. Paszkowski, S. Boutin, J. DeGroot, S.E. Macdonald, M. Wheatley et B.R. Eaton. 2002. Abundance and species composition of amphibians, small mammals, and songbirds in riparian forest buffer strips of varying width in the boreal mixedwood of Alberta. *Revue canadienne de recherche forestière*, 32 : 1784-1800.
- Lachance, S., M. Dubé, R. Dostie et P. Bérubé. 2008. Temporal and spatial quantification of fine-sediment accumulation downstream of culverts in brook trout habitat. *Transactions of the American Fisheries Society*, 137 : 1826-1838.
- Langevin, R. 2004. Objectifs de protection ou de mise en valeur des ressources du milieu forestier : Importance au Québec des augmentations des débits de pointe des cours d'eau attribuables à la récolte forestière. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 13 p.
- Langevin, R. et A.P. Plamondon. 2004. Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau dans la forêt à dominance résineuse. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Qc, 24 p.
- LaRue, P., L. Bélanger et J. Huot. 1995. Riparian edge effects on boreal balsam fir bird communities. *Revue canadienne de recherche forestière*, 25(4) : 555-566.
- Marcotte, P., V. Roy, A.P. Plamondon et I. Auger. 2008. Ten-year water table recovery after clearcutting and draining boreal forested wetlands of eastern Canada. *Hydrological Processes*, 22 : 4163-4172.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario – Les niveaux et débits de l'eau
http://www.mnr.gov.on.ca/fr/Business/Water/2ColumnSubPage/STEL02_173933.html (consulté le 1 juin 2012)
- Moore, R.D., D.L. Spittlehouse et A. Story. 2005. Riparian microclimate and stream temperature response to forest harvesting: A review. *Journal of the American water resources association*, 41 : 813-834.
- MRN – Sites fauniques d'intérêt (SFI)
http://www.intranet/s-fordat/Liaison_suivi_controle/sfi/sfi.asp (consulté le 20 janvier 2012)
- MRN. 2001. Saines pratiques : voirie forestière et installation de ponceaux. Gouvernement du Québec, Direction régionale de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, Caplan, Qc, 27 p.
- MRNF. 2009. Sites fauniques d'intérêt (SFI). Gouvernement du Québec, Direction de l'expertise Énergie-Faune-Forêts-Mines-Territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Qc, 57 p.
- MRNF. 2010a. Consultation sur l'aménagement durable des forêts du Québec : document de consultation publique – Stratégie d'aménagement durable des forêts et modalités proposées pour le futur règlement sur l'aménagement durable des forêts. Gouvernement du Québec, Québec, Qc, 104 p.
<http://consultation-adf.mrn.gouv.qc.ca/pdf/document-consultation-adf.pdf> (consulté le 29 juillet 2013)
- MRNF. 2010b. Modalités de protection des sites fauniques d'intérêt. Gouvernement du Québec, Direction de l'expertise Énergie-Faune-Forêts-Mines-Territoire du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Jonquières, Qc, 21 p.
- MRNFP. 2005. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012. Document de mise en œuvre. Gouvernement du Québec, Québec, Qc, 49 p.
- Plamondon, A.P. 1982. Augmentation de la concentration des sédiments en suspension suite à l'exploitation forestière et durée de l'effet. *Revue canadienne de recherche forestière*, 13(4) : 883-892.
- Plamondon, A.P. 2004. La récolte forestière et les débits de pointe : État des connaissances sur la prévision des augmentations des pointes, le concept de l'aire équivalente de coupe acceptable et les taux régressifs des effets de la coupe sur les débits de pointe. Document préparé pour le ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 236 p.
- Plamondon, A.P. 2011a. Application du concept de l'aire équivalente de coupe (AÉC) pour le contrôle des débits de pointe des cours d'eau – Révision des taux régressifs des effets de la coupe (TREC). Ministère des ressources naturelles et de la faune, Direction de la protection des forêts, Québec, Qc, 67 p.
- Plamondon, A.P. 2011b. Analyse des possibilités d'utiliser la surface terrière pour établir les taux régressifs des effets de la coupe sur les débits de pointe. Rapport final présenté au Bureau du forestier en chef, Québec, Qc, 34 p.
- Pothier, D., M. Prévost et I. Auger. 2003. Using the shelterwood method to mitigate water table rise after forest harvesting. *Forest Ecology and Management*, 179 : 573-583.
- Roberge, J. 1996. Impacts de l'exploitation forestière sur le milieu hydrique. *Revue et analyse de documentation*. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Qc, 72 p.
- Sabo, J.L., R. Sponseller, M. Dixon, K. Gade, T. Harms, J. Heffernan, A. Jani, G. Katz, C. Soykan, J. Watts et J. Welter. 2005. Riparian zones increase regional richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1) : 56-62.
- Schreiber, A., H. L'Écuyer, R. Langevin et N. Lafontaine. 2006. Lignes directrices rattachées aux objectifs de conservation du sol et de l'eau : plans d'aménagement forestier de 2008-2013. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 30 p.
- St-Onge, I., P. Bérubé et P. Magnan. 2001. Effets des perturbations naturelles et anthropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons de la forêt boréale. *Rétrospective et analyse critique de la littérature*. *Le naturaliste canadien*, 125 : 81-95.
- Tremblay, Y., A.N. Rousseau, A.P. Plamondon, D. Lévesque et S. Jutras. 2008. Rainfall peak flow response to clearcutting 50% of three small watersheds in a boreal forest, Montmorency Forest, Québec. *Journal of Hydrology*, 352 : 67-76.

Lectures suggérées

- Langevin, R. et A.P. Plamondon. 2004. Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau dans la forêt à dominance résineuse. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Qc, 24 p.
- Plamondon, A.P. 2004. La récolte forestière et les débits de pointe : État des connaissances sur la prévision des augmentations des pointes, le concept de l'aire équivalente de coupe acceptable et les taux régressifs des effets de la coupe sur les débits de pointe. Document préparé pour le ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 236 p.
- St-Onge, I., P. Bérubé et P. Magnan. 2001. Effets des perturbations naturelles et anthropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons de la forêt boréale. *Rétrospective et analyse critique de la littérature*. *Le naturaliste canadien*, 125 : 81-95.



Rédaction : Antoine Nappi, biol., Ph.D.

Collaboration : Gaétan Laberge, ing.f., M.Sc. (DGR), Julie Lavoie, biol., M.Sc. (consultante), Philippe Marcotte, ing.f., M.Sc. (BFEC), Louis Prévost, ing.f., M.Sc. (BFEC) et Maxime Renaud, ing.f., M.Sc. (BFEC).

Révision : Martin Girard, ing.f. (BFEC), Simon Guay, ing.f. (BFEC), Robert Langevin, biol., M.Sc. (MRN), Lisabeth Morin, ing.f. (BFEC) et André Plamondon, ing.f., Ph.D. (retraité de l'U. Laval).

Référence à citer : Nappi, A. 2013. Milieu aquatique. Fascicule 4.12. *Dans* Bureau du forestier en chef. Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, pp. 211-217.