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

ABROGÉ

Robert Langevin, biologiste M. Sc.
Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
Direction de l'environnement forestier

André P. Plamondon, ingénieur forestier Ph. D.
Université Laval
Faculté de foresterie et de géomatique

Québec, septembre 2004

DEF-0238

Québec

ABROGÉ

Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
Direction des communications
5700, 4e Avenue Ouest, bureau B-302
Charlesbourg (Québec) G1H 6R1
Téléphone : (418) 627-8600 ou 1-866-CITOYEN
1-866-248-6936
Télécopieur : (418) 643-0720
Courriel : service.citoyen@mrnfp.gouv.qc.ca
Site Internet : www.mrnfp.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2004
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004
ISBN : 2-550-43758-6
Code de diffusion : 2005-3008

Référence : 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, code de diffusion, 24 p.

Mots-clés : aire équivalente de coupe, bassin versant, débit de pointe, forêt résineuse, hydrologie forestière, récolte forestière, coniferous forest, equivalent clear cut area, forest hydrology, logging, peak flow, watershed.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement M. Pierre Bérubé de la Direction de la recherche de Faune Québec, M. Maxime Renaud, étudiant stagiaire en 2003 à la Direction de l'environnement forestier du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP), et M. Roger Molloy du bureau régional de Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine de Forêt Québec pour leur précieuse collaboration et avis scientifiques lors de l'élaboration de la méthode. Ils remercient également M. Magella Morasse de la Direction de la recherche, ainsi que Mme Suzanne Lepage et M. Lothar Marzell de la Direction du développement de la faune de Faune Québec pour leur participation au comité scientifique sur les aires équivalentes de coupe. Ils témoignent aussi leur reconnaissance à Mme Julie Talbot, ainsi qu'à MM. Denis Lévesque et Dominique Aubé de la Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval pour leur contribution à l'élaboration des taux régressifs de l'effet de la coupe basés sur la fonte de la neige à la forêt Montmorency. Ils expriment de plus leur gratitude à Mmes Nicole Chartré, Denise Couture, Sylvie Delisle, Lise Deschênes, Nathalie Laurencelle et Suzanne Leblond, ainsi qu'à M. Bruno Lévesque de la Direction de l'environnement forestier du MRNFP pour leur assistance technique. Des remerciements s'adressent enfin à la Direction générale de la connaissance forestière et de la production de plants du MRNFP, secteur Forêt Québec, pour son soutien financier de 1993 à 2002.

ABROGÉ

ABROGÉ

Table des matières

Introduction 1

1. Portée et limites de l'outil 3

2. Problématique de l'augmentation des débits de pointe attribuable à la récolte forestière 5
   - 2.1 Bassin versant 5
   - 2.2 Effet potentiel de la récolte 5
   - 2.3 Probabilité d'augmentation du débit de pointe pouvant modifier l'habitat aquatique 6
   - 2.4 Aire équivalente de coupe 7

3. Méthode 9
   - 3.1 Délimitation et superficie des bassins versants 9
   - 3.2 Délimitation des superficies déboisées 9
   - 3.3 Aire équivalente de coupe d'un bassin versant 10
     - 3.3.1 Taux régressifs de l'effet de la coupe ou du déboisement naturel sur le débit de pointe 10
     - 3.3.2 Sélection des TREC selon le type de coupe ou de déboisement naturel 11
     - 3.3.3 Calcul de l'aire équivalente de coupe du bassin versant 19

Annexe A Codification des interventions et des perturbations pour la cartographie écoforestière du MRNFP 21

Bibliographie 23

Tableau 1 Taux régressifs standards de l'effet de la coupe, des traitements sylvicoles et des perturbations naturelles sur le débit de pointe selon l'âge de l'intervention ou de la perturbation et les caractéristiques de la régénération résineuse 12

Figure 1 Bassin versant d'un cours d'eau et de son tributaire (sous-bassin A) 5

Figure 2 Exemple de calcul de l'aire équivalente de coupe du sous-bassin A 20

ABROGÉ

ABROGÉ

Introduction

L'ensemble du territoire qui contribue à l'écoulement d'un cours d'eau constitue le bassin versant de ce dernier. Le régime hydrologique du cours d'eau est intimement lié aux caractéristiques de son bassin versant ainsi qu'aux divers usages qui en sont faits. Il est actuellement reconnu que la récolte forestière peut modifier le régime hydrologique d'un cours d'eau. Elle peut, notamment, augmenter les débits de pointe de ce dernier (Plamondon, 1993). Pour sa part, l'augmentation des débits de pointe d'un cours d'eau peut altérer la morphologie du cours d'eau (Faustini, 2000) et, par conséquent, l'habitat aquatique (Roberge, 1996).

Pour assurer le développement durable du milieu forestier et plus particulièrement la protection de l'habitat aquatique, il conviendrait, en certaines circonstances, de limiter la proportion de la superficie d'un bassin versant de cours d'eau qui peut être récoltée pendant une certaine période, dans le but d'éviter de forts changements des débits de pointe. Cependant, la superficie qui peut être récoltée doit tenir compte de l'effet résiduel des coupes antérieures. Pour ce faire, on détermine la superficie de coupe actuelle qui a un effet équivalent à celui de la coupe antérieure et on qualifie cette superficie d'aire équivalente de coupe (AÉC). Par exemple, une coupe réalisée il y a 10 ans sur 20 % de la superficie d'un bassin peut avoir un effet équivalent à celui de la récolte actuelle de 15 % de l'aire du bassin.

Ainsi, une méthode de calcul du pourcentage de coupe cumulé d'un bassin versant et une méthode de calcul de l'AÉC d'un bassin versant de cours d'eau ont été respectivement proposées par le ministère de l'Environnement et de la Faune (Bérubé et Cabana, 1997) et le ministère des Ressources naturelles (Langevin et autres, 1999) au cours des dernières années. À l'aide d'une revue exhaustive de la littérature scientifique la plus récente (Plamondon, 2004), ces deux outils ont été récemment harmonisés en une seule et même « 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 » par le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) du Québec, conjointement avec la Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval[1]. Le calcul de l'AÉC d'un bassin versant de cours d'eau étant essentiel à l'évaluation de l'impact de la récolte forestière sur le milieu aquatique et l'habitat du poisson attribuable à l'augmentation des débits de pointe, la présente méthode constitue donc un outil complémentaire d'aide à la prise de décision pour un aménagement durable du milieu forestier.

ABROGÉ

1. L'harmonisation de la 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 a été réalisée par le Comité scientifique sur l'aire équivalente de coupe regroupant des représentants de la Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval, des Directions de la recherche et du développement de la faune et de la Direction de l'environnement forestier du MRNFP.

ABROGÉ

1. Portée et limites de l'outil

La méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau du MRNFP s'applique à tous les types et toutes les superficies de bassins versants de cours d'eau du Québec où la composition en essences résineuses est supérieure à 50 %. Elle peut être utilisée avec des données d'inventaire forestier recensées sur les terres des domaines public ou privé.

Elle se base sur une revue approfondie de la littérature scientifique et reflète les connaissances les plus à jour dans le domaine de l'hydrologie forestière, dont celles obtenues pendant plus de trois décennies de recherche sur le bassin du ruisseau des Eaux-volées de la forêt Montmorency, au Québec. L'influence de la coupe forestière sur le régime d'écoulement de l'eau s'avère cependant extrêmement complexe. Elle est étroitement liée à la qualité des peuplements arborescents et de la régénération après coupe ainsi qu'au climat et aux caractéristiques physiques du bassin versant. De ce fait, il faut préciser que la méthode proposée se veut représentative de la tendance générale des effets observés sur le débit de pointe des cours d'eau, lors de la récolte forestière, en tenant compte des conditions hydrologiques du Québec.

Puisque cette méthode se base sur l'état actuel des connaissances scientifiques en hydrologie forestière et des techniques sylvicoles utilisées au Québec, elle pourra être mise à jour selon l'évolution de ces dernières. Tout commentaire ou toute question concernant cette « Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau à dominance résineuse » peut être adressé aux auteurs.

Par ailleurs, un programme informatique fonctionnant avec le logiciel Arcview (version 3.2) a été conçu par le MRNFP, conjointement avec la Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval, afin d'automatiser le calcul de l'AÉC d'un bassin versant à l'aide de la présente méthode (Renaud et Langevin, 2004). On peut se procurer cette application Arcview auprès de la Direction de l'environnement forestier du MRNFP.

En ce qui concerne les peuplements forestiers mixtes contenant moins de 50 % de résineux, des études préliminaires réalisées à la forêt modèle du Bas-Saint-Laurent démontrent que la relation entre la hauteur, ou la surface terrière totale des tiges feuillues et résineuses dont le diamètre à hauteur de poitrine est supérieur à 1 cm, et le taux régressif d'effet de la coupe (voir section 3.3) est similaire à celle qui a été observée pour la forêt à dominance résineuse. En conséquence, en attendant que soient validés ces premiers résultats, la présente méthode pourrait être utilisée pour ces peuplements forestiers mixtes contenant moins de 50 % de résineux.

La méthode de calcul de l'AÉC d'un bassin versant du MRNFP s'applique de la même façon pour les bassins de cours d'eau comprenant des lacs. La présence d'un ou plusieurs lacs dans le bassin versant réduit le débit de pointe du cours d'eau par rapport au même bassin sans lac. De même, l'augmentation de la pointe causée par la coupe sera aussi atténuée par la présence des plans d'eau. La méthode pourrait également être appliquée au bassin versant d'un lac pour limiter l'augmentation de son niveau maximum par la récolte forestière.

La méthode n'a pas été validée en milieu agroforestier, mais son utilisation n'est vraisemblablement pas appropriée dans ce cas. Enfin, la méthode ne peut être utilisée lorsque l'aire récoltée sur un bassin versant est convertie à d'autres usages (agriculture, urbanisation, etc.) que la foresterie.

ABROGÉ

ABROGÉ

2. Problématique de l'augmentation des débits de pointe attribuable à la récolte forestière

La récolte forestière réalisée sur le bassin versant d'un cours d'eau peut entraîner une augmentation des débits de pointe de ce dernier et ainsi en altérer l'habitat aquatique.

2.1 Bassin versant

Le bassin versant d'un cours d'eau constitue l'ensemble du territoire qui contribue à l'écoulement du cours d'eau et de ses tributaires (cours d'eau secondaires). Ce bassin et les cours d'eau qui y sont présents forment un tout indissociable et toute modification du débit en un point donné de ces cours d'eau peut être ressentie en aval. Le bassin versant d'un cours d'eau est divisible en sous-bassins versants. Chacun des sous-bassins forme donc l'ensemble du territoire qui participe à l'écoulement d'un des tributaires du cours d'eau principal. La figure 1 représente le bassin versant d'un cours d'eau, ainsi que le sous-bassin A contribuant à l'écoulement de son tributaire.

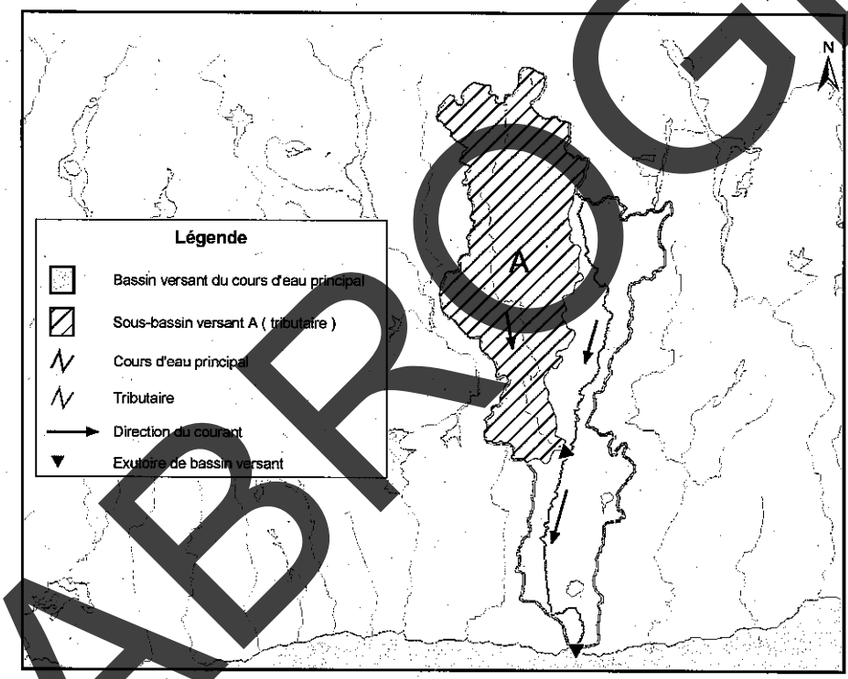


Figure 1 Bassin versant d'un cours d'eau et de son tributaire (sous-bassin A)

ABROGÉ

2.2 Effet potentiel de la récolte

La forêt joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau, particulièrement par ses taux élevés d'interception de la pluie et de la neige et de transpiration par la végétation arborescente, en période estivale. La récolte forestière réduit l'interception et la transpiration. De ce fait, la quantité de neige au sol au printemps et la teneur en eau du sol en été augmentent. De plus, l'exposition accrue de la neige au rayonnement solaire après coupe augmente le taux de fonte. Les débits de pointe sont des écoulements maximaux d'un cours d'eau résultant d'orages et d'averses prolongées ou de la fonte de la neige. La récolte peut donc amplifier

l'écoulement de crue et les débits de pointe d'un cours d'eau, en raison d'un apport d'eau plus rapide et plus important au moment de la fonte ou lors d'orages et d'averses prolongées, parce que l'augmentation de la teneur en eau du sol attribuable à la coupe diminue l'espace pour stocker ces apports d'eau.

Le réseau routier, les sentiers de débardage et les jetées utilisés lors de la récolte peuvent aussi contribuer à accentuer le débit de pointe d'un cours d'eau. En effet, ces surfaces compactées ou décapées diminuent le taux d'infiltration de l'eau dans le sol et favorisent le ruissellement de surface. L'eau chemine ainsi plus rapidement vers le réseau hydrographique. De plus, les fossés de drainage peuvent intercepter une partie importante de l'eau qui provient du versant et, encore une fois, l'acheminer plus rapidement vers le réseau hydrographique. Cependant, le cheminement plus rapide d'un volume d'eau vers les cours d'eau n'augmente pas nécessairement le débit de pointe comme le démontre les études. Au contraire, l'évacuation d'un volume d'eau avant la pointe normale de crue a pour effet de réduire cette dernière.

Lorsque la récolte forestière entraîne la hausse des débits de pointe de moyenne importance (dont la période de retour se situe entre 2 à 20 ans), cela peut éroder le lit et les berges du cours d'eau et altérer l'habitat aquatique. Toutefois, les effets ne sont pas toujours néfastes et peuvent même être bénéfiques, car de nouveaux habitats peuvent ainsi être créés. Enfin, la récolte forestière peut augmenter les débits d'étiage, ce qui est favorable à la faune.

2.3 Probabilité d'augmentation du débit de pointe pouvant modifier l'habitat aquatique

Près de 150 études sur bassins versants jumelés (récolté/non récolté) ont été réalisées à travers le monde afin d'évaluer l'effet de la récolte forestière sur le débit des cours d'eau. Les résultats proviennent principalement de l'Amérique du Nord, incluant la forêt Montmorency (bassin du ruisseau des Eaux-Volées étudié depuis 1967). Ils démontrent que la probabilité d'observer une augmentation des débits de pointe augmente avec la proportion de la superficie ou du volume récolté sur un bassin versant (Plamondon, 2004).

En considérant les résultats applicables au Québec, la probabilité d'observer une augmentation des débits de pointe suffisamment forte pour altérer l'habitat aquatique est négligeable lorsqu'une coupe similaire à la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) couvre 50 % ou moins de la superficie totale d'un bassin versant. En effet, parmi la cinquantaine de bassins étudiés dans cette catégorie, les augmentations de débit observées sont toutes trop faibles pour modifier la morphologie du cours d'eau au-delà de la variation naturelle. Par contre, lorsque la coupe couvre plus de 50 % d'un bassin, des augmentations de débits de pointe de pluie et de fonte pouvant entraîner une altération de l'habitat aquatique sont observées environ 1 fois sur 4 (Plamondon, 2004). À ce degré de coupe, la probabilité d'augmenter le débit de pointe suffisamment pour modifier la morphologie du cours d'eau est alors qualifiée de moyenne.

Les probabilités d'augmentation de débit de pointe d'un cours d'eau, exprimées ci-dessus en fonction de l'importance de la superficie coupée, s'appliquent aux bassins versants de cours d'eau de toutes tailles. Par ailleurs, elles tiennent compte de l'effet des surfaces compactées ou décapées sur l'infiltration de l'eau dans le sol et sur son cheminement vers le réseau hydrographique. Ces surfaces comprennent plus particulièrement le réseau routier, les ornières et les sols décapés sur les sentiers de débardage et les jetées. Généralement, ces surfaces couvraient entre 2 % et 7 % de la superficie des bassins expérimentaux, ce qui est représentatif de l'ensemble des conditions observées au Québec.

ARROGH

2.4 Aire équivalente de coupe

Dans le but de déterminer à quel point l'aménagement forestier réalisé sur un bassin versant de cours d'eau risque d'entraîner une augmentation de ses débits de pointe et, par la suite, d'altérer l'habitat aquatique, il faut calculer la superficie de coupe de ce bassin versant. Pour effectuer ce calcul, il faut tenir compte de plusieurs facteurs.

Tout d'abord, l'effet de la récolte forestière sur les débits de pointe varie selon la réduction du couvert. Ainsi, les effets d'une coupe partielle seront moindres que ceux d'une coupe totale. Ensuite, cet effet s'estompe progressivement au fur et à mesure de la reconstitution du couvert et de la restauration des sols compactés, tels que les sentiers et les chemins forestiers. Finalement, il faut tenir compte des portions de bassin déboisées lors des perturbations naturelles comme le feu, les chablis ou les épidémies d'insectes. En effet, les superficies ainsi affectées s'ajoutent à celles qui sont récoltées pour avoir un impact potentiel cumulatif sur les débits de pointe.

Lorsque le calcul de la superficie de coupe d'un bassin versant intègre l'ensemble de ces facteurs, on parle alors d'aire équivalente de coupe. L'AÉC représente donc la surface cumulative du bassin versant, qui a été récoltée ou déboisée naturellement de diverses façons au cours des années, exprimée en termes d'une superficie fraîchement coupée au cours de la dernière année par CPRS.

ABROGÉ

ABROGÉ

3. Méthode

Les diverses étapes méthodologiques menant au calcul de l'AÉC d'un bassin versant sont décrites ci-après.

3.1 Délimitation et superficie des bassins versants

Les contours du bassin versant d'un cours d'eau peuvent être tracés manuellement sur une carte topographique à l'aide des courbes de niveau et du réseau hydrographique en reliant, selon les règles de l'art, les sommets les plus élevés entourant le cours d'eau et ses tributaires. Lorsqu'on trace les limites d'un bassin versant sur une carte topographique, il faut respecter les quatre règles suivantes :

a) traverser les courbes topographiques à angle droit à partir de l'embouchure jusqu'au point le plus haut localisé sur une crête ou un sommet;
b) relier par une ligne tous les points les plus élevés;
c) ne jamais franchir un cours d'eau ou un lac;
d) en terrain plat (plateau entre deux sommets par exemple), le contour est généralement localisé à mi-distance entre les deux courbes de même niveau.

La superficie du bassin versant se calcule ensuite à l'aide d'un planimètre électronique, appareil servant à mesurer les aires de surface plane sur une carte.

Les cartes topographiques et hydrographiques du territoire québécois à l'échelle 1/20 000 peuvent être obtenues sous forme papier ou numérique auprès de la Photocartothèque du MRNFP.

Par ailleurs, certains logiciels, notamment l'extension Hydrologic Modeling d'Arcview, permettent la délimitation automatique et rapide des bassins versants. Ces outils donnent généralement des résultats acceptables, mais imparfaits. En conséquence, l'utilisateur doit valider la délimitation informatique et la corriger au besoin.

Enfin, il est possible de se procurer, sous forme papier ou numérique, les limites de bassins versants de plusieurs régions du Québec, à l'échelle 1/2 000 000 (200 plus grands bassins du Québec d'environ 100 km^2 et plus) ou 1/20 000 (bassins d'environ 5 km^2 et plus), auprès du Service de la gestion des barrages publics du ministère de l'Environnement du Québec.

3.2 Délimitation des superficies déboisées

Tel qu'il a été mentionné précédemment (section 2.4), le calcul de l'AÉC d'un bassin versant intègre l'ensemble des portions du bassin qui sont déboisées, que ce soit en raison de la récolte de la matière ligneuse ou de phénomènes naturels. Puisque la durée de l'effet du déboisement sur le débit de pointe est établie à environ 35 ans (Plamondon, 2004), la méthode de calcul présentée ci-après s'applique à l'ensemble des superficies déboisées au cours de cette période.

De façon générale, les superficies récoltées et celles qui sont naturellement déboisées ainsi que l'année de l'intervention forestière ou de la perturbation naturelle peuvent être déterminées à l'aide des cartes écoforestières du MRNFP. Ces cartes sont disponibles sous forme papier et numérique et peuvent être obtenues auprès de la Direction des inventaires forestiers du MRNFP. Cependant, la mise à jour des données ne se fait pas instantanément : il faut généralement compter un à deux ans de décalage entre les informations sur la carte et la réalité sur le terrain. En conséquence, pour trouver les données les plus

ABROGÉ

récentes sur les superficies récoltées ou naturellement déboisées en forêt publique, on peut consulter les plans et les rapports annuels d'interventions forestières et les bases de données des directions régionales de Forêt Québec et des industriels forestiers. Les données se rapportant à la forêt privée doivent être obtenues auprès des propriétaires concernés.

3.3 Aire équivalente de coupe d'un bassin versant

L'AÉC représente la surface cumulative d'un bassin versant, qui a été récoltée ou déboisée naturellement de diverses façons au cours des années, exprimée en termes d'une surface fraîchement coupée au cours de la dernière année par CPRS. En effet, tel qu'il a été mentionné à la section 2.4, les effets de la coupe et du déboisement naturel sur le débit de pointe peuvent varier selon le type, l'intensité et l'âge de l'intervention ou de la perturbation. Pour déterminer l'AÉC d'un bassin versant, il faut donc appliquer un facteur de pondération appelé « taux régressif de l'effet de la coupe » (TREC) ou du déboisement naturel, et ce, à chacune des surfaces (polygones forestiers) déboisées sur ce bassin, selon le type, l'intensité et l'âge de l'intervention ou de la perturbation.

3.3.1 Taux régressifs de l'effet de la coupe ou du déboisement naturel sur le débit de pointe

Tel qu'il a été mentionné précédemment, les TREC sont des facteurs de pondération de l'effet du déboisement sur les débits de pointe, qui intègrent diverses caractéristiques du déboisement pouvant affecter cet effet.

À l'aide d'une revue exhaustive de la littérature scientifique et des études réalisées au Québec, à la forêt Montmorency (voir encadré), sur l'effet régressif de la récolte forestière sur le débit de pointe (Plamondon, 2004), des TREC standards ont été estimés pour tous les types de coupes, de traitements sylvicoles et de perturbations naturelles survenant dans la forêt à dominance résineuse du Québec et couverts par la cartographie écoforestière du MRNFP (2003a).

Les études réalisées au Québec, à la forêt Montmorency, portent sur les effets de la CPRS sur le taux de fonte de la neige (Talbot et Plamondon, 2002). L'augmentation du taux de fonte de la neige après coupe est considérée comme un indice de l'augmentation des débits de pointe après coupe. Les TREC associés au taux de fonte de la neige à la forêt Montmorency ont été retenus dans le cadre de la présente méthode. Ces TREC sont assez semblables à l'ensemble des TREC révélés par la littérature scientifique, mettant en relation le taux de fonte de la neige, le taux d'évapotranspiration de la régénération ou les débits de pointe, d'une part, et la hauteur de la régénération après CPRS, d'autre part. Ils figurent cependant parmi les plus conservateurs, puisqu'ils révèlent une diminution de l'effet de la coupe dans le temps légèrement plus lente que la plupart des autres (Plamondon, 2004). Ceci s'explique en partie par le fait que la régénération doit atteindre une hauteur minimale se rapprochant de l'épaisseur de neige accumulée au cours de l'hiver avant que ne commence à régresser le taux de fonte augmenté par la coupe.

Ces TREC s'utilisent pour l'ensemble de la forêt résineuse du Québec, malgré les variations possibles des taux de croissance de la végétation arborescente entre les diverses régions. Dans la zone plus nordique de la forêt boréale, les taux de croissance sont inférieurs, mais les hauteurs à maturité sont aussi inférieures. On estime donc qu'il n'y aurait dans ce cas qu'une très légère hausse de la durée de l'effet de la récolte sur le débit de pointe. Cette faible augmentation serait cependant compensée par le conservatisme des TREC retenus. Considérant de plus la marge d'erreur des TREC, il ne paraît pas justifié d'élaborer des TREC régionaux.

ABROGÉ

3.3.2 Sélection des TREC selon le type de coupe ou de déboisement naturel

La présente section décrit les TREC à utiliser en fonction des types de coupes ou de perturbations naturelles observées sur le bassin versant, ainsi que la façon dont ils ont été élaborés. Pour tous les types de coupes et de perturbations naturelles, des TREC standards sont proposés. Ils sont présentés plus précisément au tableau 1. Par ailleurs, lorsqu'il s'agit de coupe avec protection de la haute régénération et des sols, de coupe avec protection des petites tiges marchandes, d'éclaircie précommerciale et d'éclaircie commerciale, on peut recourir à des TREC ajustés aux conditions réelles de terrain, c'est-à-dire aux caractéristiques locales de la régénération résineuse présente après la coupe. Une procédure d'estimation des TREC ajustés selon ces caractéristiques est présentée.

- **Coupes avec protection de la régénération (et des sols) (*CPR*)[1], coupe totale (*CT*), coupe avec réserve de semenciers (*CRS*), coupes de récupération (*RPS, CRB*), élimination des tiges résiduelles (*ETR*), plantations consécutives au déboisement (*P, PLN, PLR, PLB*) et regarnis consécutifs au déboisement (*RRB, RRN, RRR*)**

Les TREC standards des superficies soumises aux types de coupe et de traitements sylvicoles énumérés ci-dessus sont présentés à la colonne D du tableau 1. Ils varient en fonction de l'âge de la coupe ou de l'intervention (colonne C).

De façon générale, les caractéristiques de la basse régénération présente à la suite des coupes totales ou des interventions forestières qui succèdent à une coupe totale, énumérées ci-haut sont similaires à celles de la *CPR*. En conséquence, les TREC de ces interventions sont les mêmes que ceux qui sont utilisés pour la *CPR*.

- *Basse régénération résineuse de hauteur supérieure à 0,5 m*

Les TREC retenus pour la *CPR* et les autres interventions forestières énumérées ci-dessus sont basés sur la présence d'une basse régénération résineuse d'une hauteur moyenne de 0,5 m immédiatement après la récolte. Dans le cas où la hauteur moyenne de cette strate est supérieure, les TREC utilisés peuvent être ajustés selon sa hauteur moyenne réelle immédiatement après coupe.

Prenons par exemple une *CPR* de 10 ans où la basse régénération résineuse atteignait en moyenne 0,8 m immédiatement après coupe. Selon le tableau 1 (colonnes B et C), cette hauteur de régénération correspond à celle qui est généralement présente 2 ans après une *CPR*. Pour ajuster le TREC de la *CPR* à cette condition particulière, il suffit d'ajouter l'âge de coupe qui est associé à la hauteur moyenne réelle de la régénération immédiatement après coupe à l'âge de l'intervention lui-même. Dans le cas présenté ici, la *CPR* se verrait donc attribuer un TREC correspondant à une *CPR* de 12 ans (10 + 2), c'est-à-dire 65 %.

Lors de l'exécution de cette procédure, il se peut que la hauteur de la basse régénération se situe entre deux valeurs proposées à la colonne B. Dans ce cas, on retiendra toujours la valeur de régénération la plus élevée.

ABROGÉ

1. Les abréviations en italique représentent les codes de la cartographie écoforestière du MRNFP (2003a) (annexe A) utilisés pour définir le type de coupe et de traitement sylvicole (interventions), ainsi que le type de perturbation naturelle affectant un peuplement forestier.

Tableau 1 **Taux régressifs standards de l'effet de la coupe, des traitements sylvicoles et des perturbations naturelles sur le débit de pointe selon l'âge de l'intervention ou de la perturbation et les caractéristiques de la régénération résineuse**

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Régénération résineuse		**Âge de l'intervention ou de la perturbation**	**TREC standards par type d'intervention ou de perturbation[1] (%)**					
Surface terrière (DHP > 1 cm) (m^2/ha)	**Hauteur (m)**	**(année)**	***CPR, CT, CRS, RPS CRB, ETR, P, PLN, PLR PLB, RRB, RRN, RRR CB[2], CTR[2], DRM[3], DRC[3] BR avec route***	***CPH CBT CPE***	***CPT***	***EPC***	***EC, CAM, CA CP, CE, CPM CPC, ECE, ECL CJ[4], CJP[4], CJT[4] CEA[4], CPF[4]***	***ES CHT BR sans route***
	0,5	**0**	100	85	75	85	35	80
	0,65	**1**	100	80	70	80	30	80
	0,8	**2**	100	75	65	75	25	80
	0,95	**3**	100	70	60	70	20	80
	1,1	**4**	100	65	55	65	15	80
	1,25	**5**	100	60	55	60	10	80
	1,5	**6**	95	55	50	55	5	75
1	1,75	**7**	90	55	45	55	0	70
2	2	**8**	85	50	45	50		70
3	2,25	**9**	80	45	40	45		65
4	2,5	**10**	75	45	35	45		60
6	2,75	**11**	70	40	35	40		55
8	3	**12**	65	35	30	35		50
10	3,25	**13**	60	35	30	35		50
12	3,5	**14**	55	30	25	30		45
13	3,75	**15**	55	30	25	30		40
14	4	**16**	50	25	20	25		40
15	4,25	**17**	45	25	15	25		35
17	4,5	**18**	45	20	15	20		35
20	4,75	**19**	40	15	15	15		30
22	5	**20**	35	15	10	15		30
25	5,25	**21**	35	15	10	10		30
26	5,5	**22**	30	10	10	10		25
27	5,75	**23**	30	10	10	5		25
29	6	**24**	25	10	5	0		20
30	6,25	**25**	25	10	0			20
36	6,5	**26**	20	5				15
38	6,75	**27**	15	0				15
40	7	**28**	15					10
41	7,25	**29**	15					10
42	7,5	**30**	10					10
43	7,75	**31**	10					10
44	8	**32**	10					10
46	8,25	**33**	10					5
48	8,5	**34**	5					5
53	8,75	**35**	0					0

1. Les types de coupe et de traitement sylvicole (intervention), ainsi que les types de perturbation naturelle sont identifiés en italique à l'aide des codes de la cartographie écoforestière du MRNFP (2003a) (annexe A).
2. Les surfaces soumises à la *CB* et à la *CTR* doivent être préalablement pondérées en fonction de leur portion réelle récoltée, avant application du TREC.
3. Les TREC du *DRM* et du *DRC* sont ceux de la *CPR* décalés de 5 ans (i.e. le TREC d'une *DRM* de 2 ans équivaut à celui d'une *CPR* de 7 ans).
4. Il n'existe actuellement pas suffisamment de données scientifiques pour établir les TREC de la coupe en forêt feuillue. Cependant, afin d'étendre l'utilisation de la méthode aux peuplements feuillus de la forêt mixte à dominance résineuse, les TREC retenus temporairement pour les divers types de coupe en peuplements feuillus sont ceux de coupes similaires en peuplements résineux. Cependant l'effet potentiel de la récolte en forêt feuillue sur le débit de pointe des cours d'eau étant de plus courte durée que celui de la récolte en forêt résineuse, cette façon de faire entraîne une surestimation des aires équivalentes de coupe en forêt feuillue.

ABROGÉ

- **Coupe par bandes (*CB*) et coupe par trouée (*CTR*)**

Pour la *CB* et la *CTR*, on utilise les TREC standards de la *CPR*. De plus, les considérations présentées plus haut touchant à la basse régénération résineuse de hauteur supérieure à 0,5 m s'appliquent à ces coupes. Toutefois, une particularité s'applique au calcul de l'AÉC pour les superficies traitées par *CB* et *CTR*. En effet, c'est la surface réellement récoltée et non tout le peuplement complet faisant l'objet d'une *CB* ou d'une *CTR* qu'il faut pondérer avec le TREC. Par exemple, si un peuplement de 100 ha est soumis à une *CB* où 1/3 de la superficie est récolté, la superficie à considérer équivaudra plutôt à 33 ha (100 ha X 1/3). Ces 33 ha seront ensuite pondérés par le TREC-*CPR*.

- **Dégagements mécanique (*DRM*) et chimique (*DRC*) de la régénération**

Pour le *DRM* et le *DRC*, on utilise les TREC standards de la *CPR* décalés de 5 ans. Cet ajustement permet de tenir compte du fait que ces traitements sylvicoles sont généralement réalisés lorsque la régénération résineuse a atteint une certaine hauteur pouvant atteindre jusqu'à 1,5 m (MRNFP, 2003b). Par exemple, le TREC d'un *DRM* de 2 ans équivaut à celui d'une *CPR* de 7 ans.

- **Coupe avec protection de la haute régénération et des sols (*CPH*), coupe par bandes finale (*CBT*) et coupe progressive d'ensemencement finale (*CPE*)**

Des TREC standards et des TREC ajustés aux caractéristiques locales de la régénération résineuse présente après la coupe sont proposés pour les types de coupe énumérés ci-dessus.

De façon générale, ces TREC sont ceux de la *CPR* décalés d'un nombre d'années associé à la surface terrière de la régénération résineuse, qui est présente immédiatement après une *CPH*. La procédure à suivre pour définir ces TREC est basée sur les caractéristiques de la régénération observées dans des *CPH* récemment réalisées en Mauricie et en Gaspésie (Plamondon et autres, 2002a et b) ainsi que sur la définition de la *CPH* selon le MRNFP (2003c). Ce dernier considère que les superficies ainsi traitées renferment une strate basse de régénération de hauteur moyenne inférieure à 3 m et une strate haute de plus de 3 m. Cette strate haute doit comporter un minimum de 800 gaules/ha, dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) est égal ou supérieur à la classe de 4 cm.

- *TREC standards (méthode simple)*

Les TREC standards des superficies forestières soumises à une *CPH* sont basés sur l'évaluation de la surface terrière des tiges de la classe de 2 cm de DHP (strate basse) et d'un minimum de 800 tiges/ha dans les classes de 4 cm à 8 cm de DHP (strate haute) laissées après la coupe. La surface terrière a été calculée avec le nombre de tiges laissées dans la classe de 2 cm pour les deux sites étudiés en Mauricie et en Gaspésie. Pour les classes de diamètre de 4 cm à 8 cm, les 800 tiges/ha ont été distribuées proportionnellement aux tiges laissées dans chacune des classes sur les sites précités. Selon la relation observée entre les TREC-*CPR* et les surfaces terrières des peuplements étudiés à la forêt Montmorency (Plamondon, 2004), la surface terrière moyenne calculée de 2,2 m^2/ha correspond à un TREC de 85 % (tableau 1, colonnes A et D) pour l'année de la *CPH*, c'est-à-dire à une *CPR* de 8 ans. Pour les années subséquentes à l'année de la *CPH*, on utilise donc les TREC-*CPR* avec un décalage de 8 ans. Les TREC standards des superficies forestières soumises à une *CPH* sont présentés à la colonne E du tableau 1.

ABROGÉ

- *TREC ajustés aux conditions réelles de terrain (méthode détaillée)*

Le TREC de la *CPH* calculé avec les données réelles se rapportant à la régénération présente immédiatement après coupe sur les sites de Mauricie et de Gaspésie serait de 80 %, alors que, tel qu'il a été mentionné précédemment, le TREC standard est de 85 %. Il peut donc être avantageux d'utiliser un TREC ajusté aux caractéristiques réelles de la régénération résineuse présente sur le terrain après une *CPH*, au lieu d'utiliser le TREC standard de la méthode simple. Ceci est également vrai pour la *CBT* et la *CPE*.

Le TREC de la *CPH*, de la *CBT* ou de la *CPE* ajusté aux données réelles de terrain est le TREC-*CPR* (tableau 1, colonne D) correspondant à la surface terrière (colonne A) de l'ensemble de la régénération (DHP > 1 cm) laissée l'année où ces coupes sont réalisées. Ce TREC représente un certain nombre d'années de décalage (colonne C) par rapport au TREC initial de la *CPR*. Pour les années subséquentes à celle où ces coupes sont réalisées, on utilise donc les TREC-*CPR* ainsi décalés.

Par exemple, si la surface terrière après une *CPH* est de 4 m^2/ha, le TREC de l'année de la *CPH* sera de 75 %, ce qui correspond à un décalage de 10 ans par rapport au TREC initial de la *CPR*. L'année suivant la *CPH*, le TREC sera donc de 70 %, soit celui qui équivaut à une *CPR* de 11 (1 + 10) ans, etc.

Lors de l'exécution de cette procédure, il se peut que la surface terrière de l'ensemble de la régénération se situe entre deux valeurs proposées au tableau 1. Dans ce cas, on retiendra toujours la valeur correspondant à l'âge d'intervention (colonne C) le plus élevé. Par ailleurs, pour chacun des types de coupe énumérés dans le titre de la section, on peut travailler avec une donnée moyenne de surface terrière présente après coupe lorsqu'un bassin versant faisant l'objet du calcul d'une AÉC comprend plus d'un peuplement récolté.

♦ Coupe avec protection des petites tiges marchandes (*CPT*)

Des TREC standards et des TREC ajustés aux caractéristiques locales de la régénération résineuse présente après coupe sont proposés pour la *CPT*. De façon générale, ces TREC sont ceux de la *CPR* décalés d'un nombre d'années associé à la surface terrière de la régénération résineuse, qui est présente immédiatement après une *CPT*. La procédure à suivre pour définir ces TREC est basée sur les caractéristiques de la régénération observées dans des *CPT* récemment réalisées en Mauricie et en Gaspésie (Plamondon et autres, 2002a et b) ainsi que sur la définition de la *CPT* selon le MRNFP (2003c). Ce dernier considère que lors d'une *CPT*, on doit laisser un minimum de 900 tiges/ha, dont le DHP se situe dans les classes de 2 cm à 14 cm. Parmi ces classes de diamètre, il doit y avoir au moins 125 tiges dans les classes de 10 cm à 14 cm.

- *TREC standards (méthode simple)*

Si on calcule, selon la définition de la *CPT* (MRNFP, 2003c), la surface terrière pour un minimum de 900 tiges/ha, dont 775 tiges/ha distribuées dans les classes de diamètre de 2 cm à 8 cm et que l'on ajoute le minimum de 125 tiges/ha de la classe de 10 cm, on obtient une surface terrière de 2 m^2/ha. Cette valeur est plus faible que celle de la *CPH* qui est définie par un nombre minimum de 800 tiges/ha dans les classes de 4 cm à 8 cm au lieu des classes de 2 cm à 8 cm pour la *CPT*. Cependant, les données expérimentales obtenues suite à la *CPH* et à la *CPT* en Gaspésie et en Mauricie ont démontré la présence d'un plus grand nombre de tiges dans les classes de 2 cm à 8 cm, pour la *CPT*. En conséquence, la méthode simple tient compte de la surface terrière des tiges de la classe de 2 cm de DHP obtenue en Mauricie et en Gaspésie, du minimum de 775 tiges/ha que l'on attribue aux classes de 4 cm à 8 cm et de

ABROGÉ

125 tiges/ha pour les classes de 10 cm à 14 cm de diamètre laissées après la coupe. La surface terrière a été calculée en distribuant les 775 tiges/ha proportionnellement au nombre de tiges laissées dans chacune des classes pour les deux sites étudiés en Mauricie et en Gaspésie. Un diamètre de 10 cm a été utilisé pour les 125 tiges/ha commerciales. La surface terrière moyenne calculée de 3,8 m^2/ha correspond à un TREC de 75 % (tableau 1, colonnes A et D), c'est-à-dire à une *CPR* de 10 ans. Les TREC standards des superficies forestières soumises à une *CPT* sont présentés à la colonne F du tableau 1.

- *TREC ajustés aux conditions réelles de terrain (méthode détaillée)*

Le TREC de la *CPT* calculé avec les données réelles se rapportant à la régénération présente immédiatement après coupe sur les sites de la Mauricie et de la Gaspésie serait de 65 %, alors que, tel qu'il a été mentionné précédemment, le TREC standard est de 75 %. Il peut donc être avantageux de calculer le TREC avec les données réelles de la surface terrière laissée après une *CPT*, au lieu d'utiliser la valeur standard de la méthode simple.

Le TREC de la *CPT* ajusté aux données réelles de terrain est le TREC-*CPR* (tableau 1, colonne D) correspondant à la surface terrière (colonne A) de l'ensemble de la régénération (DHP > 1 cm) laissée immédiatement après la *CPT*. Ce TREC représente un certain nombre d'années de décalage (colonne C) par rapport à la *CPR*. Pour les années subséquentes à la *CPT*, on utilise les TREC-*CPR* ainsi décalés.

Par exemple, si la surface terrière après une *CPT* est de 6 m^2/ha, le TREC de l'année de la *CPT* sera de 70 %, ce qui correspond à un décalage de 11 ans par rapport à la *CPR*. L'année suivant la *CPT*, le TREC sera de 65 %, soit celui correspondant à une *CPR* de 12 (1 + 11) ans, etc.

Lors de l'exécution de cette procédure, il se peut que la surface terrière de l'ensemble de la régénération se situe entre deux valeurs proposées au tableau 1. Dans ce cas, on retiendra toujours la valeur correspondant à l'âge d'intervention (colonne C) le plus élevé. Par ailleurs, dans le cas où le bassin versant faisant l'objet du calcul d'AEC comprend plus d'un peuplement récolté par *CPT*, on peut travailler avec une donnée moyenne de surface terrière présente après coupe.

◆ Éclaircie précommerciale (*EPC*)

Des TREC standards et des TREC ajustés aux caractéristiques locales de la régénération résineuse présente après la coupe sont proposés pour l'*EPC*.

- *TREC standards (méthode simple)*

De façon générale, l'*EPC* réduit la surface terrière de la végétation arborescente (DHP > 1 cm) d'un peuplement à environ 1,5 m^2/ha à 3 m^2/ha. En se basant sur la relation surface terrière/TREC observée dans les peuplements à l'étude à la forêt Montmorency (Plamondon, 2004), on estime que le TREC d'une superficie forestière soumise à l'*EPC* est d'environ 85 % l'année de cette coupe. L'*EPC* augmente donc le TREC de 15 % à 20 % par rapport à la situation précédant le traitement et le ramène ainsi à celui d'une *CPR* de 8 ans. On considère cependant que l'augmentation initiale du TREC causée par l'*EPC* s'estompe après une vingtaine d'années, alors que le couvert forestier s'est complètement refermé. Ainsi, la durée de l'effet potentiel de l'*EPC* sur le débit de pointe ne se prolongerait pas au-delà de celui de la *CPR* initiale. En conséquence, pour chacune des 20 premières années suivant l'*EPC*, le TREC est le TREC-*CPR* correspondant à l'âge qui équivaut à celui de l'*EPC*, plus le nombre d'années correspondant à la différence entre les TREC initiaux d'une *EPC* et d'une *CPR*, soit 8 ans. Enfin, pour les années qui suivent la 20e année après l'*EPC*, les TREC sont les TREC-*CPR* suivants par multiple de deux. Les

ABROGÉ

TREC standards des superficies forestières soumises à une *EPC* sont présentés à la colonne G du tableau 1.

- *TREC ajustés aux conditions réelles de terrain (méthode détaillée)*

Le TREC de l'*EPC* ajusté aux conditions réelles de terrain peut être obtenu si l'on connaît la surface terrière présente immédiatement après l'*EPC*. Pour ce faire, on détermine le TREC-*CPR* équivalant à cette dernière (colonnes A et D, tableau 1). Ce TREC devient celui de la superficie forestière soumise à l'*EPC*, l'année de cette coupe. Par ailleurs, l'âge d'intervention (colonne C) associé à ce TREC représente le nombre d'années de décalage dont il faudra tenir compte pour établir les TREC correspondant aux années qui suivent l'*EPC*. Pour les mêmes raisons que celles qui ont été mentionnées dans la méthode simple, le TREC des 20 premières années suivant l'*EPC* est donc le TREC-*CPR* correspondant à l'âge de l'*EPC*, plus le nombre d'années de décalage précisé plus haut. Enfin, pour chacune des années suivant la 20e année après l'*EPC*, le TREC est le TREC-*CPR* qui équivaut à l'âge de l'*EPC*, plus ce dernier moins 20, plus le nombre d'années de décalage.

Ainsi, si l'*EPC* ramène la surface terrière à 2,8 m^2/ha, le TREC et l'âge d'intervention correspondant sont respectivement de 80 % et de 9 ans. Ainsi, le TREC correspondant à l'année de l'*EPC* est de 80 %, celui correspondant à 3 ans après l'*EPC* est celui d'une *CPR* de 12 ans (3 + 9), soit 65 % et celui correspondant à une *EPC* de 22 ans est celui d'une *CPR* de 33 ans (22 + (22 – 20) + 9).

Encore une fois, lorsque les données utilisées lors de cette procédure nous placent entre deux choix de TREC possibles, on retient toujours la valeur correspondant à l'âge d'intervention le plus élevé. Par ailleurs, dans le cas où le bassin versant faisant l'objet du calcul d'une AÉC comprend plus d'un peuplement récolté par *EPC*, on peut travailler avec une donnée moyenne de surface terrière présente après coupe.

- **Éclaircie commerciale (*EC*), coupe d'amélioration (*CAM*), coupe d'assainissement (*CA*), coupes de jardinage (*CEA, CJ, CJP, CJT*), coupes partielles (*CE, CP*), coupes progressives d'ensemencement (*CPM, CPC, CPF*), éclaircie commerciale d'étalement (*ECE*) et récolte dans les lisières boisées (*ECL*)**

Des TREC standards et des TREC ajustés aux caractéristiques locales de la régénération résineuse présente après coupe sont proposés pour l'ensemble des types de coupe ou des traitements sylvicoles énumérés ci-dessus. Il faut cependant noter qu'il n'existe actuellement pas suffisamment de données scientifiques pour établir les TREC de la coupe en forêt feuillue. Ainsi, afin d'étendre l'utilisation de la méthode aux peuplements feuillus de la forêt mixte à dominance résineuse, les TREC retenus temporairement pour les divers types de coupe en peuplements feuillus (*CEA, CJ, CJP, CJT et CPF*) sont ceux de coupes similaires en peuplements résineux. Sachant que l'effet potentiel de la récolte en forêt feuillue sur le débit de pointe des cours d'eau est de plus courte durée que celui de la récolte en forêt résineuse, cette façon de faire entraîne une surestimation des aires équivalentes de coupe en forêt feuillue.

- *TREC standards (méthode simple)*

D'une façon générale, l'*EC* est réalisée dans un peuplement de 25 à 40 ans. Elle fait passer les surfaces terrières totales (DHP > 1 cm) de 30 m^2/ha à 40 m^2/ha avant coupe à 22 m^2/ha à 28 m^2/ha après coupe (MRNFP, 2003c).

ABROGÉ

Sur cette base et selon les relations observées entre les TREC-*CPR* et les surfaces terrières des peuplements étudiés à la forêt Montmorency (Plamondon, 2004), on estime qu'en moyenne l'*EC* réduit la surface terrière à 25 m^2/ha, ce qui entraîne une augmentation de 15 % du TREC qui caractérise le peuplement d'avant coupe et le ramenant à 35 % durant la première saison de croissance après coupe. Par la suite, le TREC diminuerait deux fois plus vite (gain de croissance et établissement de la végétation basse attribuables à l'*EC*, en parallèle avec la croissance normale) que pour la *CPR* (Plamondon, 2004). En conséquence, pour la méthode simple, le TREC standard de l'année de l'*EC* est fixé à 35 %, puis par la suite le TREC diminue de 5 % par année, tel qu'il est présenté à la colonne H du tableau 1.

Sur la base de leur similitude avec l'*EC* pour ce qui est de la catégorie d'âge de peuplement dans laquelle l'intervention est réalisée et de la réduction de la surface terrière, les TREC standards de l'*EC* sont également attribués à l'ensemble des coupes et des traitements sylvicoles énumérés dans le titre de la section.

- *TREC ajustés aux conditions réelles de terrain (méthode détaillée)*

Si l'on connaît la hauteur ou l'âge du peuplement avant l'*EC* ainsi que le pourcentage de la surface terrière (ST) totale (DHP > 1 cm) enlevé au cours de cette coupe, on peut établir les TREC de l'*EC* selon les conditions réelles du terrain en :

1. déterminant la ST correspondant à la hauteur ou l'âge du peuplement avant l'*EC* (tableau 1, colonnes A, B et C);
2. soustrayant de cette ST le pourcentage enlevé lors de l'*EC* (à défaut de connaître le pourcentage de réduction de la ST, on peut utiliser le pourcentage de réduction du volume de bois);
3. déterminant le TREC-*CPR* (colonne D) correspondant à la ST (colonne A) d'après l'*EC*.

Par exemple, si on effectue une *EC* dans un peuplement dont la ST totale (DHP > 1 cm) est de 36 m^2/ha et qu'on enlève 25 % de cette dernière lors de l'*EC*, on terminera avec une ST de 27 m^2/ha. Le TREC-*CPR* correspondant à cette ST est de 30 % et est associé à une *CPR* de 23 ans. Ce TREC de 30 %, qui équivaut à l'année de l'*EC*, diminuera par la suite deux fois plus rapidement que la *CPR*. Le TREC de l'année suivante sera celui correspondant à une *CPR* de 25 ans (23 + 2), soit 25 %, etc.

On peut passer directement à l'étape 3, si l'on connaît la ST d'après l'*EC*. De la même façon, si l'on connaît la ST qui est présente immédiatement après chacune des autres coupes ou chacun des traitements sylvicoles énumérés dans le titre de la section, on peut établir le TREC selon les conditions réelles de terrain de ces derniers. Le TREC correspondant à la ST présente immédiatement après chacune de ces coupes et chacun de ces traitements sera le TREC initial de ces derniers. Par la suite, les TREC de chacune des années subséquentes sont les TREC-*CPR* correspondant aux multiples de deux ans suivant le TREC de départ.

Lors de l'exécution de cette procédure, il se peut que les données utilisées nous placent entre deux choix de TREC possibles (tableau 1). Dans ce cas, on retiendra toujours la valeur correspondant à l'âge d'intervention (colonne C) le plus élevé. Par ailleurs, pour chacun des types de coupe ou de traitement sylvicole énuméré dans le titre de la section, on peut travailler avec une donnée moyenne de surface terrière présente après coupe ou traitement lorsqu'un bassin versant faisant l'objet du calcul d'AÉC comprend plus d'un peuplement récolté ou traité.

ABROGÉ

- **Superficies déboisées sévèrement par le feu (*BR*)**

Pour les superficies forestières ayant été brûlées sévèrement et possédant un réseau routier, on utilise les mêmes TREC que pour la *CPR* (colonne D, tableau 1).

Par ailleurs, sur la base des travaux de Plamondon (2004), on estime que ces surfaces compactées contribuent en moyenne à 20 % de l'effet total des coupes sur les débits de pointe lorsque le réseau routier et les sentiers de débardage couvrent entre 2 % et 7 % du territoire de coupe.

En conséquence, en ce qui concerne les superficies ayant été brûlées sévèrement mais ne possédant pas de réseau routier, ou en possédant un qui a été construit ou restauré plus de 20 à 25 ans avant le feu, les TREC à utiliser sont ceux de la *CPR* réduits de 20 % (colonne I). Dans ce dernier cas, on estime qu'un nouvel équilibre hydrologique s'est établi avec le réseau routier.

En l'absence d'information sur la présence ou l'âge d'utilisation du réseau routier, on considère qu'il est présent et récemment construit ou restauré.

- **Superficies déboisées sévèrement par une épidémie d'insectes (*ES*) ou un chablis (*CHT*)**

Une *ES* arrive principalement dans un peuplement mature où le réseau routier, s'il y en a un, n'a présumément pas été restauré depuis au moins 20 à 25 ans. Ce réseau est considéré en équilibre avec le régime d'écoulement du bassin versant. Par ailleurs, un *CHT* arrive généralement sur un site préalablement dévasté par une épidémie sévère ou dans une forêt mature, où le réseau routier, s'il existe, est encore une fois en équilibre avec le régime d'écoulement. En conséquence, les TREC utilisés pour les superficies forestières sévèrement déboisées par une épidémie d'insectes ou un chablis seront les mêmes que pour les surfaces déboisées sévèrement par le feu, sans réseau routier (colonne I).

- **Règles générales pour l'attribution des TREC**

1. De façon générale, toutes les appellations de polygones forestiers non couvertes ci-dessus ainsi que toutes les interventions forestières ou les perturbations naturelles auxquelles aucune année ou classe d'âge n'est associée, à l'exception de la *CT*, ou encore celles qui possèdent une classe d'âge de 30 ans et plus ne sont pas considérées dans le calcul de l'AÉC. Elles sont vraisemblablement rares et/ou anciennes, donc sans effet significatif sur le calcul.
2. Tous les polygones forestiers possédant une appellation *CT* sans année ou classe d'âge doivent avoir un TREC de 100 %. En effet, selon les normes de la cartographie écoforestière du Québec, on qualifie ainsi toute surface forestière dont la récolte passée a fait place à une piètre régénération résineuse de hauteur inférieure à 2 m, maintenant un potentiel maximum d'effet sur les débits de pointe.
3. En ce qui concerne les interventions forestières ou les perturbations naturelles possédant une classe d'âge de 10 ou 20 ans, le TREC à utiliser est respectivement celui d'une intervention ou d'une perturbation de 10 ou 20 ans.
4. Lors du choix d'un TREC d'un polygone forestier, il faut toujours donner priorité à l'année par rapport à la classe d'âge, lorsque les deux sont précisées, ainsi qu'à la dernière intervention ou perturbation à avoir eu lieu.

ABROGÉ

5. Les superficies en eau (ruisseaux, rivières et lacs), en dénudés humides (marais, marécages et tourbières) et en dénudés secs (zones d'escarpement et d'affleurements rocheux) font partie intégrante du bassin versant et en constituent des composantes naturelles et permanentes. En ce sens, elles participent à l'équilibre naturel du réseau hydrologique du bassin. De plus, les lacs et les milieux humides du bassin agissent comme des filtres et ont pour effet de tamponner les crues et de réduire les débits de pointe. En conséquence, ces milieux ne sont pas considérés comme des superficies déboisées dans le contexte des AÉC et elles n'entrent pas dans le calcul de cette dernière.

3.3.3 Calcul de l'aire équivalente de coupe du bassin versant

La figure 2 présente un exemple de calcul d'AÉC et de pourcentage d'AÉC pour le sous-bassin A (figure 1) soumis à diverses coupes au cours des dernières décennies et dont la superficie est de 1 000 ha.

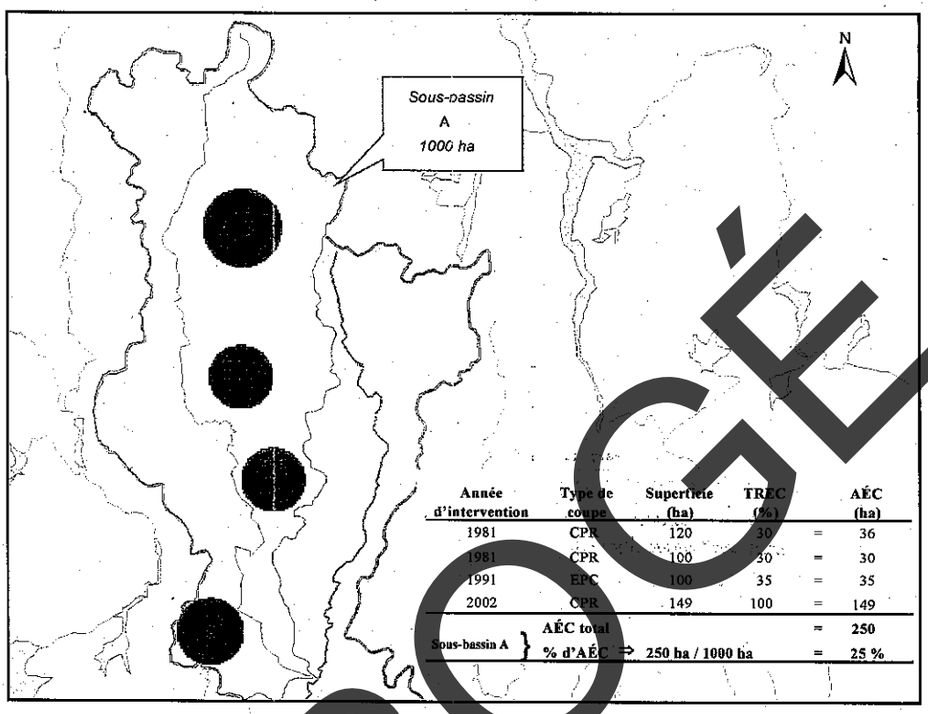
L'AÉC du bassin versant est obtenue en :

1. appliquant un TREC à chacune des superficies forestières (polygone forestier) déboisées au cours des 35 dernières années sur le bassin versant, selon l'âge et le type de l'intervention/perturbation, tel qu'il a été décrit à la section 3.3.2 ci-dessus;
2. multipliant la surface de chacun de ces polygones forestiers par le TREC qui lui est associé pour obtenir une aire équivalente de coupe (c.-à-d. 120 ha X 30 % = 36 ha, pour le peuplement récolté par *CPR* en 1981);
3. additionnant les aires équivalentes de coupe (point 2) de tous les polygones forestiers présents sur le bassin versant (c.-à-d. 36 ha + 30 ha + 35 ha + 149 ha = 250 ha, pour l'ensemble du sous-bassin A).

Lorsque seule une portion d'un polygone forestier fait partie du bassin versant dont on calcule l'AÉC, l'aire équivalente de coupe de ce polygone doit être réduite de façon proportionnelle.

Enfin, le pourcentage d'aire équivalente de coupe du bassin versant est obtenu en divisant la somme des aires équivalentes de coupe du bassin par sa superficie et en exprimant le résultat en pourcentage (c.-à-d. 250 ha/1 000 ha = 25 % d'AÉC, pour le sous-bassin A).

ABROGÉ



Année d'intervention	Type de coupe	Superficie (ha)	TREC (%)		AÉC (ha)
1981	CPR	120	30	=	36
1981	CPR	100	30	=	30
1991	EPC	100	35	=	35
2002	CPR	149	100	=	149
Sous-bassin A	**AÉC total**			=	**250**
	% d'AÉC ⇒	**250 ha / 1000 ha**		=	**25 %**

Figure 2 Exemple de calcul de l'aire équivalente de coupe du sous-bassin A

ABROGÉ

Annexe A

Codification des perturbations et des interventions pour la cartographie écoforestière du MRNFP[1]

Perturbations d'origine	Code
Brûlis total	BR
Chablis total	CHT
Dépérissement total	DT
Épidémie grave	ES
Friche	FR
Verglas grave	VER
Interventions d'origine	
Coupe par bandes finale	CBT
Coupe progressive d'ensemencement (coupe finale)	CPE
Coupe avec protection de la régénération	CPR
Coupe de récupération dans un brûlis	CRB
Coupe avec réserve de semenciers	CRS
Coupe totale	CT
Ensemencement avec « mini-serres »	ENM
Ensemencement	ENS
Élimination des tiges résiduelles	ETR
Plantation	P
Plantation de boutures	PLB
Plantation de semis cultivés à racines nues	PLN
Plantation de semis cultivés en récipient	PLR
Régénération d'une aire d'ébranchage	REA
Régénération d'un site occupé par une infrastructure abandonnée	RIA
Récupération en vertu d'un plan spécial d'aménagement	RPS
Perturbations moyennes	
Brûlis partiel	BRP
Chablis partiel	CHP
Dépérissement partiel du feuillu	DP
Épidémie légère	EL
Verglas partiel	VEP
Interventions partielles	
Coupe d'assainissement	CA
Coupe d'amélioration	CAM
Coupe par bandes	CB
Coupe en damier	CD
Coupe à diamètre limite	CDL
Coupe partielle et épidémie légère	CE
Coupe de préjardinage	CEA
Coupe de jardinage	CJ
Coupe de jardinage avec régénération par parquets	CJP

ABROGÉ

Codification des perturbations et des interventions pour la cartographie écoforestière du MRNFP[1] (suite)

Coupe de jardinage avec trouées	CJT
Conversion de peuplement	CON
Coupe partielle	CP
Coupe progressive d'ensemencement (résineux)	CPC
Coupe progressive d'ensemencement (feuillu)	CPF
Coupe avec protection de la haute régénération et des sols	CPH
Coupe progressive d'ensemencement (mélangé)	CPM
Coupe avec protection des petites tiges marchandes	CPT
Coupe par trouées	CTR
Coupe à diamètre limite avec dégagement des arbres d'avenir	DLD
Dégagement mécanique de la régénération	DRM
Récolte des tiges résiduelles et des rebuts	CRR
Drainage	DR
Dégagement chimique de la régénération	DRC
Éclaircie commerciale	EC
Éclaircie commerciale d'étalement	ECE
Récolte dans les lisières boisées	ECL
Enrichissement	ENR
Éclaircie précommerciale	EPC
Fertilisation	FER
Récolte dans les bandes vertes résiduelles	RBV
Regarnis avec des boutures	RRB
Regarnis avec plants utilisés à racines nues	RRN
Regarnis de plants cultivés en récipient	RRR

1. Modifié de MRNFP (2003a)

ABROGÉ

Bibliographie

BÉRUBÉ, P. et A.-M. CABANA, 1997. *Programme de calcul du pourcentage maximal de coupe acceptable pour la conservation des écosystèmes aquatiques (version 1.0) : guide de l'utilisateur*, Québec, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction générale du patrimoine faunique et naturel, Direction de la faune et des habitats, 21 p. + 1 disquette.

FAUSTINI, J. M., 2000. *Stream Channel Response to Peak Flows in a Fifth-Order Mountain Watershed*, Ph. D. thesis, Oregon State University, 339 p.

LANGEVIN, R., R. DOSTIE, S. GOULET. et D. LEMAY, 1999. *Portrait du pourcentage de coupe sur le bassin versant de la branche du lac et de la rivière Grande-Cascapédia*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, 20 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), 2003a. *Normes de cartographie écoforestière, troisième inventaire écoforestier*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers, 95 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), 2003b. *Instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement de droits : exercice 2003-2004*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 423 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), 2003c. *Manuel d'aménagement forestier*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 245 p.

PLAMONDON, A. P., 1993. *Influence des coupes forestières sur le régime d'écoulement de l'eau et sa qualité : revue de littérature*, Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Centre de recherche en biologie forestière, 179 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*, Québec, Université Laval pour le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 236 p.

PLAMONDON, A. P., M. RIOPEL et J. BÉGIN, 2002a. *Caractéristiques du couvert résiduel après la CPPTM et la CPHRS pour le calcul de l'aire équivalente de coupe : Bloc 12, secteur du lac Mondonac, Mauricie*, Québec, Université Laval, Faculté de foresterie et géomatique pour le ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, 19 p.

PLAMONDON, A. P., M. RIOPEL et J. BÉGIN, 2002b. *Caractéristiques du couvert résiduel après la CPPTM et la CPHRS pour le calcul de l'aire équivalente de coupe. Bloc 28, secteur Miller, Gaspésie*, Québec, Université Laval, Faculté de foresterie et géomatique pour le ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, 11 p.

ABROGÉ

RENAUD, M. et R. LANGEVIN, 2004. *Programme informatisé 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 : guide d'utilisation*, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, 14 p.

ROBERGE, J., 1996. *Impacts de l'exploitation forestière sur le milieu hydrique : revue et analyse de la documentation*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 68 p. et annexes.

TALBOT, J. et A. P. PLAMONDON, 2002. « The Diminution of Snowmelt Rate with Forest Regrowth as an Index of Peak Flow Hydrological Recovery », Montmorency Forest, Québec. *Proceedings, Eastern Snow Conference*, vol. 22, p. 85-92.

ABROGÉ