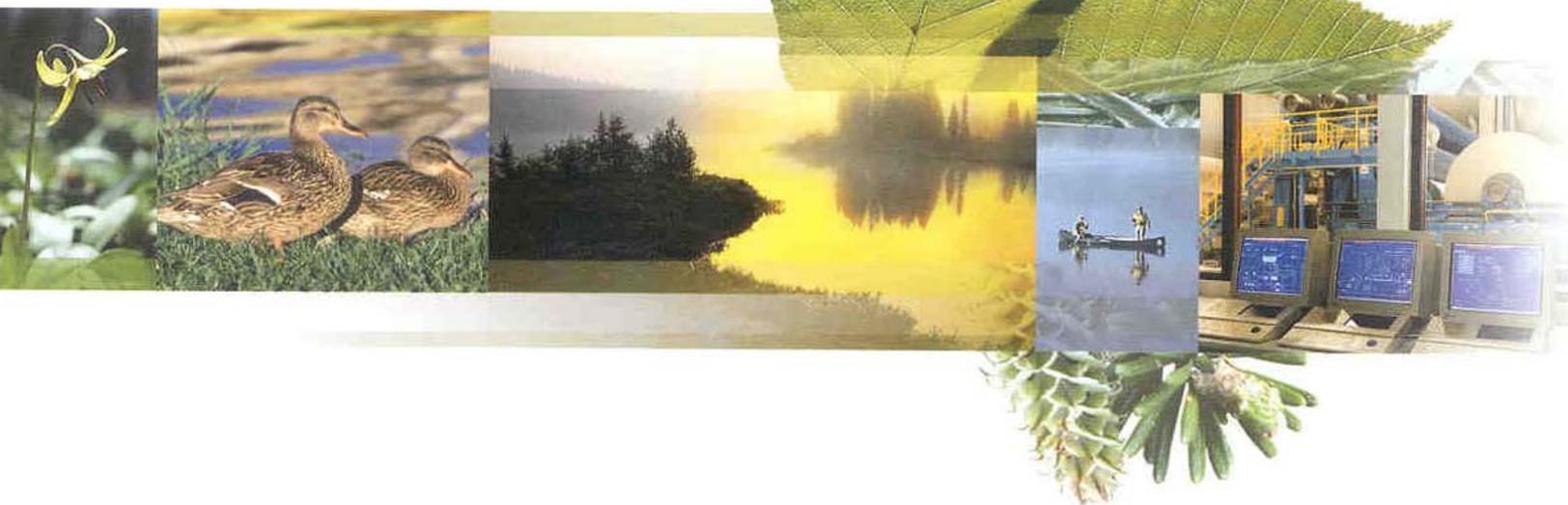




Importance et caractéristiques  
des milieux forestiers riverains  
et humides au Québec





---

# Importance et caractéristiques des milieux forestiers riverains et humides au Québec

---

Normand Bertrand, biologiste

**Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**  
Direction de l'environnement et de la protection des forêts

Québec, juin 2007

DEF-0282

---

## Remerciements

Des remerciements sont adressés à Nancy Caron et Guy Parent, pour la réalisation des analyses géomatiques, ainsi qu'à Claude Paquet et Jacques Bergeron, pour les fructueuses discussions et les judicieux conseils sur les analyses à réaliser.

## Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
Direction des communications  
5700, 4<sup>e</sup> Avenue Ouest, bureau C-409  
Québec (Québec) GIH 6R1  
Téléphone : 418 627-8600 ou 1 866 CITOYEN (1 866 248-6936)  
Télécopieur : 418 643-0720  
Courriel : [services.clientele@mrnf.gouv.qc.ca](mailto:services.clientele@mrnf.gouv.qc.ca)  
Site Internet : [www.mrnf.gouv.qc.ca](http://www.mrnf.gouv.qc.ca)  
Numéro de publication : DEF-0282

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est disponible en ligne uniquement à l'adresse :  
**[www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/milieux-riv-humides.pdf](http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/milieux-riv-humides.pdf)**

**Référence** : Bertrand, N., 2007. *Importance et caractéristiques des milieux forestiers riverains et humides au Québec*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 53 p.

**Mots clés** : coupe forestière, forêt résiduelle, lisière boisée, milieu riverain, zone tampon.

**Key words** : buffer zone, clearcut, forest strip, residual forest, riparian area.

© Gouvernement du Québec  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007  
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2007  
ISBN : 978-2-550-50174-9

## Avant-propos

En novembre 2001, le ministère des Ressources naturelles<sup>1</sup> du Québec organisait, en collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et industriels, un atelier de travail dont l'objectif principal était d'évaluer l'efficacité des mesures réglementaires de protection des milieux forestiers riverains, dans le contexte de l'aménagement forestier. Des intervenants de tous les domaines concernés par ces milieux ont alors eu l'opportunité d'exprimer leurs opinions, leurs craintes et leurs attentes par rapport à l'amélioration de la protection des milieux forestiers riverains.

Les enjeux relatifs à une protection adéquate des milieux forestiers riverains sont importants de plusieurs points de vue et peuvent avoir des incidences environnementales et économiques importantes. Sur le plan forestier, une bonne connaissance des conditions de ces milieux sur le territoire est un préalable essentiel pour évaluer et améliorer les mesures de protection. Au moment de l'atelier, il n'existait pas pour le Québec d'analyse évaluant l'importance et les caractéristiques du réseau hydrographique et des milieux forestiers riverains et humides. C'est pour pallier à cette carence que les analyses cartographiques présentées dans le présent rapport ont été entreprises.

---

1. Ce ministère porte maintenant le nom de ministère des Ressources naturelles et de la Faune.



## Faits saillants

**Caractéristiques du territoire et de l'hydrographie** (analyses faites sur 30 feuillets écoforestiers à l'échelle de 1/20 000 sélectionnés pour leur représentativité quant au type de relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant)

- La superficie en eau du territoire est très variable et compte pour en moyenne 7,7 % de la superficie totale (variation de 0,2 % à 34 %).
- Sur la cartographie écoforestière numérique, les cours d'eau classés intermittents comptent pour une partie importante du réseau hydrographique linéaire, soit pour en moyenne 62 % de la longueur totale (variation de 38 % à 86 %).
- La longueur de l'hydrographie linéaire totale (cours d'eau intermittents plus cours d'eau permanents) est aussi très variable. On trouve en moyenne 378 km linéaire de ruisseaux par feuillet (de 139 à 648 km/feuillet), soit 1,61 km linéaire de ruisseaux par km<sup>2</sup> de territoire.
- La fraction du territoire forestier productif qui est inaccessible à la récolte (pente > 40 %) est généralement peu importante, soit en moyenne de 1,5 % (0-12 %). De façon générale, cette proportion augmente de l'ouest vers l'est du Québec.
- La longueur des rives (les deux côtés des cours d'eau et le pourtour des plans d'eau) est en lien direct avec l'importance de l'hydrographie. Cette longueur a été en moyenne de 514 km par feuillet cartographique (242-900 km) pour les lacs et les cours d'eau classés permanents. Si l'on considère l'hydrographie totale (cours d'eau intermittents, cours d'eau permanents et pourtour des plans d'eau), la moyenne monte à près de 1 000 km de rives par feuillet, soit 4,3 km de rives par km<sup>2</sup> de territoire.
- Le calcul de la superficie théorique nécessaire pour protéger l'hydrographie à l'aide de bandes de 20 m de largeur sur les rives de l'hydrographie permanente démontre qu'il faut en moyenne incorporer 4,4 % de la superficie forestière productive dans les bandes riveraines (1,8-7,7 %). Le même calcul fait sur l'hydrographie totale (cours d'eau intermittents, cours d'eau permanents et plans d'eau) nécessite alors 8,5 % de la superficie productive (3,1-14 %).
- Si on réalise des bandes de protection de 20 m sur l'hydrographie totale (cours d'eau intermittents, cours d'eau permanents et plans d'eau), mais aussi sur le pourtour des milieux humides non forestiers (dénudés humides plus aulnaies), les analyses géomatiques montrent que ces bandes mises ensemble comptent pour en moyenne 10,1 % de la superficie productive (47 feuillets analysés).
- La superficie des bandes de protection de 20 m générées à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) sur la totalité des rives du réseau hydrographique et du pourtour des milieux humides non forestiers (dénudés humides et aulnaies) est supérieure d'environ 0,5 % (superficie forestière productive) à la superficie des bandes obtenues conformément au Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI), soit en situant la bande au-delà de l'écotone riverain, dans le milieu forestier. Cet écart est probablement dû au fait que certains milieux humides qui ne sont pas en lien direct avec l'hydrographie (tourbières fermées ou éloignées de l'hydrographie) se voient attribuer des bandes de protection.
- Le calcul de la superficie théorique des bandes de protection fait à l'aide de la longueur des rives tend à une surestimation de la superficie requise (environ 1,5 % de la superficie forestière productive) comparativement à la superficie des zones tampons générées à l'aide d'un SIG sur le réseau hydrographique. La surestimation provient de la double prise en compte des superficies qui se retrouvent dans les bandes, à la jonction de deux types de milieux adjacents.

- Lorsque les bandes riveraines de 20 m sont tracées directement à partir des rives du réseau hydrographique à l'aide d'un SIG, 7,1 % de la superficie totale des bandes obtenues est constituée de milieux improductifs (aulnaies, dénudés humides, dénudés secs).
- Les proportions de la superficie de bandes associées aux cours d'eau intermittents et permanents s'avèrent toujours plus importantes dans la partie est des domaines bioclimatiques que dans la partie ouest.
- À l'opposé, l'importance des bandes associées aux petits lacs et étangs est plus importante dans la partie ouest pour l'érablière et la sapinière à bouleau jaune.
- Les milieux riverains associés aux aulnaies sont plus importants dans la partie ouest de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière à mousses.
- Dans tous les domaines bioclimatiques, les milieux riverains associés aux dénudés humides sont plus abondants dans l'ouest que dans l'est.
- Des bandes riveraines de 100 m de largeur générées à l'aide d'un SIG sur le réseau hydrographique et les milieux humides non forestiers couvrent en moyenne 39,8 % du territoire terrestre des feuilletés analysés (23,9 %-58,9 %) et 46,3 % de la superficie productive (24,8 %-83,4 %). Ces pourcentages concordent globalement avec ceux de la littérature, selon laquelle près de 50 % du territoire est généralement englobé dans des bandes de cette largeur.
- La portion de territoire incluse dans les bandes demeure relativement proportionnelle à leur largeur. La proportion décroît cependant légèrement dans des bandes plus larges (20 m  $\Rightarrow$  10,1 %; 100 m  $\Rightarrow$  46,3 % au lieu de 50,5 % si le rapport observé pour 20 m demeurerait constant).
- D'après les résultats des analyses géomatiques réalisées sur la cartographie numérique, chaque tranche de 10 m de largeur de bande riveraine engloberait environ 5 % de la superficie du territoire. Les données de la littérature indiquent également qu'il faut entre 4 et 6 % environ du territoire par tranche de 10 m de largeur de bande riveraine.
- L'évaluation cartographique de la superficie des bandes de protection riveraines réalisée sur la base de l'hydrographie classée permanente sur la cartographie numérique sous-estime systématiquement la superficie nécessaire pour assurer adéquatement la protection des milieux riverains. Selon ce qu'on observe dans la littérature et d'après les résultats des analyses réalisées dans la présente étude, cette sous-estimation varierait généralement entre un facteur 2 et un facteur 3. Les raisons de cette sous-estimation sont : 1) l'imprécision du tracé cartographique de l'hydrographie, principalement pour les sections de tête; 2) un mauvais classement des cours d'eau intermittents, surtout pour les tronçons des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> ordres; 3) les contraintes du terrain qui n'apparaissent pas sur la cartographie et qui obligent à laisser davantage de superficie de bande.
- L'utilisation systématique de bandes riveraines larges afin de laisser davantage de forêt résiduelle dans les paysages de coupes forestières est une voie à éviter, particulièrement dans les grands massifs de forêt homogène. Des bandes larges (de l'ordre de 100 m et plus) entraînent une fragmentation importante de l'habitat forestier résiduel, une raréfaction de l'habitat de forêt d'intérieur et une complexification des mosaïques forestières qui va à l'encontre des conditions écologiques relativement uniformes qui existaient avant la coupe.

**Caractéristiques de la végétation des milieux riverains** (analyses faites sur 47 feuillets écoforestiers à l'échelle de 1/20 000 qui ont été sélectionnés sur la base de leur représentativité quant au type de relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant et qui sont représentatifs des sous-domaines bioclimatiques [SDBC])

- La composition de la végétation des bandes riveraines est étroitement dépendante de l'écologie régionale et varie selon des gradients sud-nord et ouest-est. Cette variation est clairement détectable lorsqu'on fait l'analyse à l'échelle des SDBC. La dominance des différents groupes synthèses de composition de la végétation utilisés pour l'analyse s'estompe ou s'amplifie dans les bandes riveraines selon ces gradients.
- Parmi les grandes tendances, on note que le groupe synthèse de la pessière domine globalement la végétation des bandes riveraines à l'échelle du Québec. Les groupes mélangé à dominance résineuse et mélangé à dominance feuillue sont abondants et omniprésents sur tout le territoire. Le groupe de la pinède grise est très peu abondant en milieu riverain et est fortement concentré dans l'ouest, alors que la situation est inverse pour le groupe de la sapinière, beaucoup plus abondant dans l'est des domaines bioclimatiques.
- La composition de la végétation des bandes riveraines varie peu si on élargit la bande au delà de 20 m. Seuls les feuillus tolérants et intolérants semblent devenir plus importants à plus grande distance des rives.
- Les proportions relatives des groupes synthèses de composition végétale selon le type de milieu riverain ou humide varient sur le territoire. Les combinaisons rares à l'échelle régionale pourraient servir de critère pour cibler des secteurs où s'appliqueraient des modalités d'aménagement particulières.

**Fragilité potentielle des bandes riveraines en relation avec le drainage et la pente** (analyses faites sur 47 feuillets écoforestiers à l'échelle de 1/20 000 qui ont été sélectionnés sur la base de leur représentativité quant au type de relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant et qui sont répartis dans les SDBC)

- La fragilité des bandes riveraines aux perturbations par intervention ou érosion est étroitement liée au drainage et à la pente des berges. La portion de la superficie des bandes riveraines possédant un mauvais drainage (*d'imparfait à très mauvais*) et présentant une plus grande fragilité potentielle aux perturbations physiques varie selon les SDBC.
- Les zones riveraines à mauvais drainage comptent pour environ 30 % de la superficie totale des bandes dans l'érablière. Dans les domaines de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière à mousses, la partie ouest présente des valeurs beaucoup plus élevées que la partie est pour ce qui est de la proportion des zones à mauvais drainage : 70 % et 19 % respectivement pour la sapinière à bouleau blanc ainsi que 60 % et 11 % pour la pessière à mousses.
- Lorsqu'on pondère la proportion des bandes qui sont fragiles au sein des différents types de milieux riverains ou humides avec l'importance relative de ceux-ci, il ressort que les cours d'eau intermittents constituent le type qui contribue pour la plus forte proportion de superficies de bandes fragiles dans la majorité des SDBC.
- Le relief des bandes riveraines, quant à leur pente, est à l'image du relief général des SDBC. Pour les domaines de la sapinière à bouleau blanc, de la sapinière à bouleau jaune et de la pessière à mousses, la partie ouest présente une prépondérance de pentes nulles ou faibles, avec globalement plus de 50 % de la superficie des bandes ayant une pente inférieure à 4 %. La partie est, quant à elle, possède les plus grandes valeurs de pentes fortes, plus de 5 % de la superficie étant en zones inaccessibles (pente > 40 %).

## **Protection accordée à l'hydrographie linéaire en situation opérationnelle sur le territoire** (analyses faites sur des portions de 14 feuillets écoforestiers à l'échelle de 1/20 000 de la partie nord de la forêt commerciale qui comportaient d'importantes agglomérations de coupes forestières récentes [1986-2002])

- Pour les 14 aires d'agglomération de coupes analysées, la forêt résiduelle occupait en moyenne 26 % de la superficie forestière productive (variation de 15 % à 44 %).
- Les ruisseaux classés intermittents comptaient pour 68 % en moyenne de la longueur totale de l'hydrographie linéaire des aires d'agglomération de coupes (56 %-76 %).
- Pour l'ensemble de l'hydrographie linéaire (cours d'eau intermittents plus cours d'eau permanents), 16 % de la longueur totale est située en zones improductives (dénudés humides, dénudés secs et aulnaies), 41 % est associée à la forêt (à l'intérieur de bandes riveraines ou de blocs résiduels) et 43 % est localisée dans des coupes récentes.
- Uniquement pour les ruisseaux classés permanents, 31 % de la longueur totale était associée à des zones improductives, 55 % était localisée en forêt (bandes riveraines et blocs) et 14 % était située dans des coupes. On note que la fraction en contact avec le territoire improductif est relativement importante, alors que celle associée aux coupes s'explique en partie par la présence marginale, dans certains secteurs analysés, de coupes antérieures au RNI.
- Uniquement pour les ruisseaux classés intermittents, en moyenne 10 % de leur longueur totale est associée à des milieux improductifs, 51 % est associée à la coupe récente et 39 % est localisée en milieu forestier intact. L'examen des secteurs analysés révèle qu'une portion non négligeable des ruisseaux intermittents associés à la forêt se retrouvent dans l'axe d'une bande de protection riveraine. On peut ainsi supposer qu'ils ont été jugés permanents lors des opérations et qu'ils ont été protégés comme tel. D'autre part, certains tronçons de ruisseaux intermittents traversent aléatoirement des zones de forêt résiduelle (séparateurs de coupes ou blocs résiduels). Dans ces cas, il est probable que la « protection » accordée n'a pas été intentionnellement planifiée.

## **Axes d'amélioration proposés**

- Tenter d'améliorer la classification cartographique des ruisseaux intermittents, en explorant dans un premier temps, à l'aide de la géomatique, l'influence des variables *longueur de tronçon* et *superficie de bassin* sur le classement des tronçons, pour des territoires très récemment récoltés en conformité avec le RNI. Pour pallier l'imprécision de la cartographie, l'utilisation en stéréoscopie de photographies aériennes à grande échelle lors de la planification est aussi une voie à explorer.
- Lorsque la chose est possible lors de la planification, utiliser préférentiellement comme séparateurs de coupes des bandes riveraines élargies sur des ruisseaux intermittents, afin d'augmenter le degré de protection de ces milieux.
- Évaluer la possibilité de mettre au point une méthode permettant de fixer et de destiner en priorité à la protection des milieux riverains et humides une proportion donnée de territoire forestier d'une zone d'aménagement, *a priori* de la planification. Cette proportion de forêt devrait être basée sur les caractéristiques biophysiques de l'hydrographie et des milieux riverains et humides du territoire, et devrait être harmonisée avec les différentes règles de protection et de planification en vigueur.
- Mettre au point une grille simple d'identification et de classification des milieux forestiers riverains et humides, utilisable aux étapes de la planification forestière et de la vérification sur le terrain. Cette grille permettrait de mieux discriminer les ruisseaux intermittents et les ruisseaux permanents et de mieux encadrer l'attribution sur le territoire des superficies forestières vouées à la protection des milieux riverains et humides.

- Pour dégager une marge de manœuvre qui permettrait d'ajouter au besoin de la superficie forestière à certaines sections particulières de bandes de protection riveraines, sans toutefois augmenter la fraction de forêt résiduelle du territoire après coupe par rapport au *statu quo*, évaluer la possibilité, pour certains types de milieux riverains et humides, de tracer les bandes de protection directement à partir des rives et non de l'écotone afin d'y inclure des milieux non forestiers.



## Table des matières

Introduction .....	1
1. Situation québécoise des milieux forestiers riverains et humides.....	9
1.1 Description des analyses.....	9
1.2 Sélection des feuillets cartographiques analysés.....	9
1.3 Caractéristiques du territoire et de l'hydrographie.....	12
1.4 Caractéristiques de la végétation des milieux riverains.....	12
1.5 Fragilité potentielle des bandes riveraines en relation avec le drainage et la pente.....	13
1.6 Protection accordée à l'hydrographie linéaire en situation opérationnelle sur le territoire.....	13
2. Résultats.....	15
2.1 Caractéristiques du territoire et de l'hydrographie.....	15
2.2 Caractéristiques de la végétation des milieux riverains.....	21
2.3 Fragilité potentielle des bandes riveraines en relation avec le drainage et la pente.....	34
2.4 Protection accordée à l'hydrographie linéaire en situation opérationnelle sur le territoire.....	39
Conclusion et suites.....	45
Annexe A Liste des strates de composition contenues dans les groupes synthèses d'analyse du couvert forestier .....	47
Annexe B Principales caractéristiques des classes du système de classification des terres humides du Canada .....	49
Bibliographie .....	51



## Liste des tableaux

Tableau 1	Description des classes de milieux riverains et humides.....	4
Tableau 2	Proportions des types de relief dominant pour tout le Québec et pour les feuilletés à l'échelle de 1/20 000 sélectionnés pour les analyses.....	10
Tableau 3	Localisation des feuillets (30) dans les SDBC .....	10
Tableau 4	Caractéristiques physiques des feuillets analysés (30) .....	11
Tableau 5	Caractéristiques du territoire et du réseau hydrographique sur 30 feuillets à l'échelle de 1/20 000 représentatifs du Québec.....	16
Tableau 6	Proportions du territoire forestier productif inaccessible à la récolte .....	17
Tableau 7	Proportions de la superficie forestière productive totale théoriquement nécessaire pour assurer la protection des différents types de milieux riverains à l'aide de bandes de protection riveraines de 20 m de largeur tracées à partir des rives des milieux aquatiques .....	18
Tableau 8	Proportions de la superficie totale des bandes riveraines (%) selon le type de milieu riverain ou humide adjacent et le SDBC.....	19
Tableau 9	Proportions de la superficie totale des bandes riveraines (%) selon le type de milieu riverain ou humide adjacent et la PN.....	20
Tableau 10	Proportions (%) de superficie des groupes synthèses de composition de la végétation selon la largeur de la bande et le type de milieu riverain ou humide adjacent .....	24
Tableau 11	Proportions de la superficie totale (%) des bandes riveraines en fonction de la composition de la végétation et des SDBC.....	25
Tableau 12	Proportions de la superficie totale (%) des bandes riveraines en fonction de la composition de la végétation et des PN.....	27
Tableau 13	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à tilleul de l'Est .....	28
Tableau 14	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest .....	29
Tableau 15	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Est.....	29
Tableau 16	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest.....	30
Tableau 17	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Est.....	31
Tableau 18	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest.....	32
Tableau 19	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Est .....	32
Tableau 20	Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la pessière à mousses de l'Ouest.....	33

Tableau 21 Proportions (%) de la superficie des bandes (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la pessière à mousses de l'Est .....	33
Tableau 22 Proportions de superficie (%) des bandes riveraines selon la classe de drainage dans les SDBC.....	35
Tableau 23 Fragilité des bandes riveraines en rapport avec leur classe de drainage, le type de milieu riverain ou humide auquel elles sont rattachées et le SDBC.....	36
Tableau 24 Caractéristiques générales des aires d'agglomération de coupes récentes étudiées et protection accordée à l'hydrographie linéaire cartographiée lors de la coupe .....	40

## Liste des figures

Figure 1 Caractéristiques des mosaïques de coupes en fonction de la largeur des bandes de protection riveraines utilisée systématiquement sur le territoire aménagé .....	6
Figure 2 Proportions du territoire englobé par des bandes de protection riveraines de diverses largeurs (tiré de Bren 1995).....	7
Figure 3 Localisation des feuillets cartographiques à l'échelle de 1/20 000 du 3 <sup>e</sup> programme décennal d'inventaire écoforestier utilisés pour les analyses du territoire, de l'hydrographie et de la végétation des bandes riveraines .....	12
Figure 4 Secteur du territoire avec bandes riveraines de 20 m tracées conformément au RNI. ....	22
Figure 5 Secteur du territoire avec bandes riveraines de 100 m tracées à partir des rives et de la marge des secteurs improductifs.....	23
Figure 6 Proportions de la superficie des bandes riveraines par classe de pente dans les SDBC.....	38
Figure 7 Partie d'un secteur utilisé pour l'analyse de l'hydrographie dans les coupes récentes (22K04NE).....	41

## Introduction

### Contexte

Dans le contexte québécois de l'aménagement forestier, le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI) assure la protection des milieux aquatiques permanents, lors de la récolte, par le maintien en place d'une bande boisée de 20 m de largeur située au delà de l'écotone riverain. Aucun passage de machinerie n'est permis dans la bande, mais une récolte partielle des arbres y est possible jusqu'à un seuil de forêt résiduelle de 500 tiges/ha de 10 cm et plus de diamètre, ou une surface terrière minimale de 14 m<sup>2</sup>/ha dans le cas des peuplements jardinés. Aucune activité n'est réalisée dans les milieux riverains et humides non boisés, sauf pour le passage de cours d'eau au moment de la construction des chemins. Dans le cas des cours d'eau intermittents (dont le lit s'assèche périodiquement), la récolte des arbres peut être faite jusqu'à la bordure, mais il est interdit de circuler avec la machinerie dans une bande de 5 m de part et d'autre du cours d'eau.

Les bandes de protection riveraines laissées en place lors de la coupe sont typiquement constituées d'un couvert arborescent comparable à la forêt adjacente récoltée. L'interface de la bande riveraine à la coupe forestière présente généralement une transition abrupte, particulièrement si aucune coupe partielle n'est faite en bordure de la bande et s'il y a peu ou pas de régénération dans la coupe. À l'opposé, l'interface au milieu aquatique peut présenter des caractéristiques très variables. En bordure des lacs et des petits cours d'eau forestiers, il arrive souvent que la forêt jouxte directement la rive, sans présence notable d'un écotone. Dans ces cas, le milieu riverain a un caractère forestier nettement prédominant. Par contre, la bande riveraine peut aussi être associée à un écotone herbacé ou arbustif plus ou moins important ou encore à toute une gamme de milieux humides qui pourront différer par leur richesse et le faciès de leur végétation, allant de la simple couverture de graminées, de cypéracées ou d'éricacées à la forêt marécageuse relativement dense.

### Définitions des milieux riverains et humides

Huot et Vandal (1988) définissent deux parties au **milieu riverain**, soit la zone sèche et la zone humide. La zone sèche est définie comme « un habitat situé au-dessus de la limite des hautes eaux annuelles sans débordement le long de tout cours d'eau ou plan d'eau ». La zone humide, quant à elle, correspond à « un milieu bordant un cours d'eau permanent ou un lac et caractérisé par la présence de plusieurs espèces de plantes qui ont besoin d'eau pendant une partie de l'année ou de leur cycle vital ou qui tolèrent des conditions plus humides que la normale ». C'est à cette zone que réfèrent habituellement les auteurs lorsqu'ils définissent le milieu riverain.

Pour Couillard et Grondin (1986), les **milieux humides** regroupent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer, dans la mesure où elles sont présentes, les composantes sol et végétation.

Le groupe de travail national canadien sur les **terres humides** définit une terre humide comme « une terre saturée d'eau pendant une période suffisamment longue pour que naissent des processus de terre humide ou aquatique, qui se caractérisent par un faible drainage des sols, des hydrophytes et différentes sortes d'activités biologiques adaptées aux milieux humides (Warner et Rubec, 1997).

En milieu forestier, les zones précédemment définies comme des terres ou des milieux humides sont souvent synonymes de milieux riverains, étant donné que ceux-ci sont généralement étroitement associés aux lacs, étangs et cours d'eau. Par ailleurs, certains milieux humides boisés situés en zone riveraine (peuplements forestiers avec code de milieu physique 7, 8 ou 9 [MRNFP, 2003]) sont souvent considérés dans les plans d'aménagement forestier comme de la forêt commerciale productive et aménageable.

Au point de vue de l'hydrologie, on définit un **bassin versant** comme l'ensemble du territoire qui contribue à l'écoulement d'un cours d'eau et de ses tributaires (Langevin et Plamondon, 2004). On dénote depuis quelques années au Québec une préoccupation grandissante quant à l'impact du déboisement sur l'hydrologie des bassins versants forestiers. On reconnaît en effet que le déboisement intensif d'un bassin versant est en lien étroit avec la hausse des débits de pointe. Ce phénomène a des impacts majeurs sur l'habitat aquatique et le littoral. Les experts estiment que pour des bassins de l'ordre de 100 km<sup>2</sup> ou plus, le taux de déboisement devrait être maintenu sous les 50 % d'aire équivalente de coupe<sup>1</sup> afin que les risques de débits accrus soient minimisés. C'est la cible qui a été fixée au Québec pour les bassins des rivières à saumon et de certaines rivières à ouananiche, en raison de la précarité de ces espèces (MRNFP, 2004).

Le **réseau hydrographique** se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels et artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement (Musy, 2005). On comprendra que depuis le petit ruisseau de tête intermittent jusqu'aux grandes rivières et aux fleuves se jetant dans l'océan, on rencontre toute une gamme de cours d'eau quant à leur importance et à leur situation géographique. La **classification de Strahler** (1952) constitue un système simple et couramment utilisé pour classer les cours d'eau de l'amont vers l'aval. Un cours d'eau sans tributaire (de tête) est classé d'ordre 1; la confluence de 2 cours d'eau du même ordre l'augmente de 1; si les ordres sont différents, le cours d'eau prend l'ordre le plus élevé.

## Classification des milieux riverains et humides

La grande variété écologique qu'on rencontre au sein des milieux riverains et humides est à l'origine de l'élaboration de multiples systèmes de classification. La littérature renferme nombre de travaux qui touchent à cet aspect (Tiner, 1999; Welch, 1978; Christian et Stewart, 1968). Les principaux systèmes de classification en usage actuellement sont de type hiérarchique et adoptent une approche matricielle, très flexible pour décrire adéquatement les milieux et incorporer des considérations de diverses natures.

Les systèmes de classification sont toujours basés sur un nombre variable de caractéristiques biophysiques. Celles-ci sont considérées d'une manière individuelle ou en interaction. Parmi ces caractéristiques, on trouve, notamment, le régime trophique, la géomorphologie, le type de dépôt de surface, les caractéristiques du milieu aquatique ainsi que la composition et la structure de la végétation. La classification des milieux vise une caractérisation écologique détaillée et est principalement vouée à des fins de recherche ou encore d'inventaire et de gestion du territoire et des ressources.

---

1. Le seuil de 50 % de superficie est valide pour des coupes très récentes. À mesure que la végétation grandit dans les anciennes coupes et qu'elle est en mesure de mieux absorber l'eau, l'importance relative de la superficie de coupe diminue pour équivaloir à une superficie moindre de coupes récentes sans végétation.

## Quelques systèmes de classification existants

La classification de RAMSAR (1997) a été élaborée en 1971 dans cette ville d'Iran, à la suite de la signature d'une convention internationale pour la protection des milieux humides. La portée planétaire de cette convention (146 pays adhérents en 2005) rendait essentielle l'utilisation d'une classification applicable universellement. La classification de RAMSAR comporte 32 types de milieux naturels et 10 types de milieux artificiels. Au Québec, quatre sites sont classés RAMSAR.

Le Canada et les États-Unis ont chacun de leur côté développé des systèmes de classification hiérarchiques complexes à plusieurs niveaux (Cowardin et autres 1979; Warner & Rubec, 1997). Le système canadien de classification des terres humides découle de la fusion de différents systèmes élaborés localement en Ontario (Jeglum et autres, 1974), au Québec (Couillard et Grondin, 1986), dans les Prairies (Millar, 1976) et en Colombie-Britannique (Runka et Lewis, 1981). Ce système canadien comporte trois niveaux : la classe, la forme et le type. La **classe** définit l'origine générique du milieu humide (bog, fen, marécage, marais [annexe B]), la **forme** caractérise la morphologie de la surface (bombé, plat, structuré, etc.) et le **type** est relié à la physionomie de la végétation (arbustif, boisé, graminéoïde, etc.). La combinaison de ces trois niveaux hiérarchiques peut résulter en un nombre important de catégories, ce qui en fait un outil descriptif détaillé mais complexe.

Dans la classification américaine, les milieux riverains et humides sont divisés en cinq grands systèmes : marin, estuarien, riverain, lacustre et palustre. Une subdivision peut ensuite être faite en fonction du substrat et de la végétation, de sorte que de nombreuses classes peuvent également être générées (Cowardin et autres, 1979).

Finalement, le Québec a aussi élaboré un système relativement complexe de classification des milieux humides. Ce système comporte plusieurs points communs avec la classification canadienne et intègre différents niveaux de perception (Buteau et autres, 1994).

Les systèmes de classification des milieux riverains et humides présentés précédemment ont l'avantage d'être bien appuyés sur le plan écologique. Mais ils comportent certains inconvénients qui rendent leur utilisation problématique dans le contexte de l'aménagement forestier : ils sont relativement complexes et peu accessibles pour des non-spécialistes, et ils requièrent généralement une validation *in situ* pour un classement adéquat. De plus, à l'heure actuelle, il n'existe pas de documentation cartographique ou autre, à une échelle appropriée (1/20 000), qui permettrait l'utilisation directe de ces classifications dans un contexte de planification forestière pour tout le territoire sous aménagement.

Dans le cadre d'une étude sur la sauvagine réalisée dans la région du Claybelt, en Ontario, Rempel et autres (1997) ont mis au point un système de classification des milieux riverains et humides qui est relativement simple et qui surmonte la plupart des inconvénients mentionnés précédemment. Ce système emprunte ses éléments à certains des systèmes de classification présentés précédemment et comporte 11 classes de milieux riverains ou humides, subdivisées en milieux lacustres, palustres et riverains. Les classes peuvent être constituées de milieux boisés ou arbustifs ou encore de milieux humides ouverts. La classification des milieux riverains et humides du territoire étudié a été faite à l'aide de photos aériennes à grande échelle.

Dans le contexte québécois de planification forestière opérationnelle, réaliser une telle classification sur de vastes territoires à l'aide de photographies aériennes à grande échelle s'avère un handicap important. Au Québec, la cartographie écoforestière numérique est

disponible pour tout le territoire sous aménagement et constitue l'outil de base de la planification forestière. En utilisant ce type de matériel, Breton et autres (2005) ont mis au point une méthode de traitement géomatique de l'information cartographique qui permet d'attribuer, avec quelques variantes, la classification mise au point par Rempel et autres (1997) aux milieux riverains et humides du territoire. Le tableau 1 présente les différentes classes du système utilisées. À partir de cette classification, Ménard et autres (2006) ont par la suite poussé plus loin l'analyse et ont mis au point un système comportant 22 classes et qui est utilisable avec la cartographie écoforestière québécoise.

**Tableau 1 Description des classes de milieux riverains et humides<sup>a</sup>**

Type de milieu	Position du milieu	Type de tourbière	Type de cours d'eau
Lacustre (> 8 ha)	Marais riverain de lac (fen lacustre [DH <sup>b</sup> ])		
	Delta riverain marécageux (AL <sup>b</sup> )		
	Rivage exposé de lac		
Palustre (< 8 ha)		Tourbière fermée sans lien avec l'hydrographie (bog)	
		Tourbière semi-fermée (fen : eau 5-25 %)	
		Tourbière semi-ouverte (fen : eau 26-75 %)	
		Tourbière ouverte (fen : eau > 75 %)	
Riverain			Rivage de petit cours d'eau Fen riverain de petit cours d'eau Rivage d'étang de castor Rivage de rivière importante

a) Adapté de Rempel et autres, 1997 par Breton, Darveau et Beaulieu, 2005.

b) Codification selon la cartographie écoforestière québécoise.

## Géométrie des paysages de coupes : influence de la largeur des bandes riveraines sur les mosaïques forestières après la coupe

Outre leur fonction de protection du milieu aquatique, les bandes riveraines constituent également un habitat forestier résiduel après coupe apte à servir de refuge à de nombreuses espèces végétales et animales (Bertrand et Potvin, 2002; Darveau et autres, 1999). Dans le contexte où la coupe est dominante et devient la matrice des paysages d'agglomération de parterres de coupe, comme c'est encore fréquemment le cas au Québec dans les zones n'étant pas récoltées par coupes en mosaïque (CMO), la forme et la largeur de la forêt résiduelle contenue dans les bandes riveraines prennent une importance fondamentale, si l'on considère des phénomènes comme l'effet de bordure et la fragmentation de l'habitat forestier (Andren, 1994). Avant d'aborder l'analyse comme telle de la situation québécoise des bandes riveraines sur le territoire, nous allons examiner quelques aspects de la géométrie des paysages qui sont en lien avec la largeur des bandes.

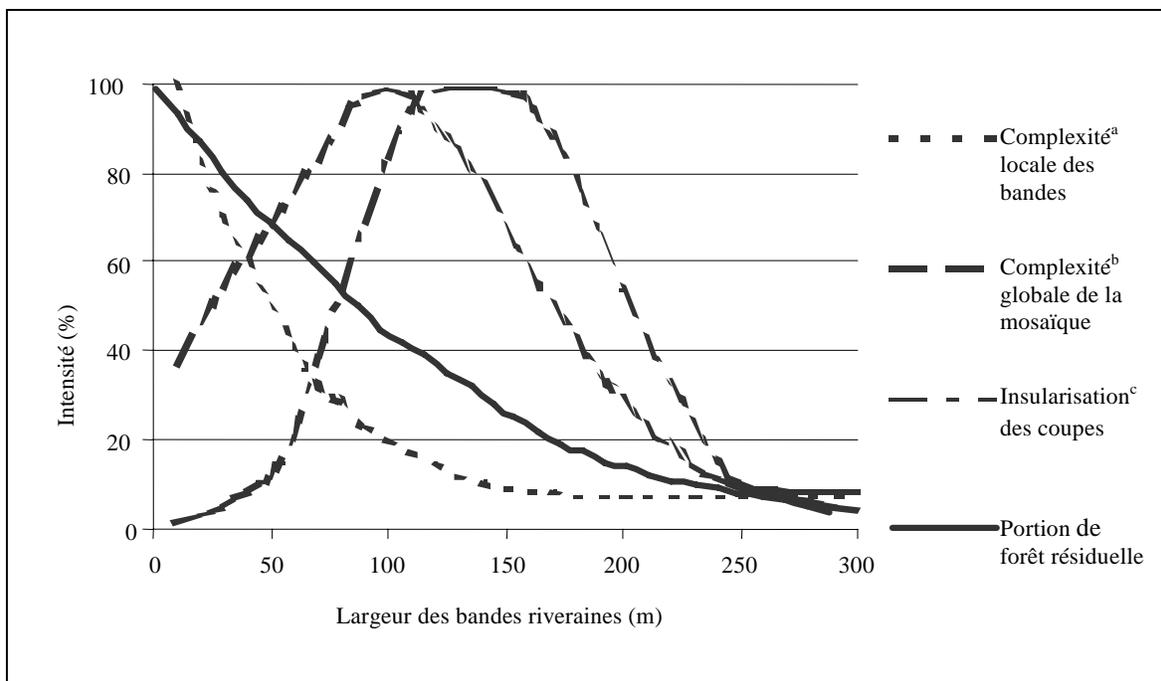
L'utilisation de bandes riveraines très étroites permet la récolte d'une forte proportion de la matière ligneuse d'un territoire, mais génère des structures de forêt résiduelle avec un très grand rapport périmètre/surface. Une telle situation est caractérisée par des effets de bordure majeurs. Lorsque la forêt résiduelle prend majoritairement la forme de bandes (bandes riveraines et séparateurs de coupes), comme c'est actuellement le cas avec la réglementation en vigueur, le maintien le plus bas possible de ce rapport est important pour réduire les effets de bordure et la complexité des mosaïques de coupes. Ces phénomènes sont en relation directe avec la fragmentation de l'habitat forestier. À l'opposé, l'utilisation de bandes larges permet de laisser davantage de forêt résiduelle sur le territoire, ce qui peut être un des objectifs visés par l'aménagement intégré des ressources du milieu forestier. Cependant, le fait d'associer systématiquement la forêt résiduelle au milieu riverain sous forme de bandes larges et uniformes comporte aussi des implications négatives, implications dont nous discuterons plus loin.

En utilisant comme base de travail les données satellitaires matricielles Landsat Thematic Mapper (TM), Hanowski et autres (2002) ont étudié les caractéristiques d'une mosaïque forestière de 10 000 km<sup>2</sup> du nord-ouest du Minnesota. Ils ont modélisé des bandes de protection riveraines correspondant à un et à deux pixels de largeur (28,5 et 57 m respectivement). La quantité de bordure et la superficie de forêt d'intérieur (forêt située à plus de 114 m d'une bordure)<sup>1</sup> ont été évaluées en vue de comparer les deux scénarios de modélisation avec une approche sans bandes de protection. Les bandes de 28,5 m de largeur englobaient 18,3 % du territoire forestier, alors que celles de 57 m représentaient 34,4 %. Comparativement à un scénario sans bandes, les bandes étroites faisaient augmenter la quantité de bordure et la superficie de forêt d'intérieur, cette dernière atteignant un maximum avec l'utilisation des bandes larges, en raison de la fusion des bandes provoquée par leur élargissement.

Lors de l'analyse géomatique d'un bassin versant de 65 km<sup>2</sup> en Australie, Bren (1995) a fait ressortir les implications associées à diverses largeurs de bande de protection. Ainsi, la plus grande complexité locale des bandes (abondance des circonvolutions et de l'angularité) a été observée pour des bandes étroites de 10 m de largeur. À une autre échelle, la complexité maximale dans le paysage de l'ensemble du réseau des bandes et des coupes est atteinte avec des structures de 100 m de largeur. En deçà de cette largeur, la complexité tend à diminuer un peu, alors qu'au delà, elle décroît rapidement à mesure que la forêt résiduelle prend de plus en plus d'importance et devient la matrice du paysage. Également, lorsqu'on élargit les bandes, un phénomène d'insularisation des coupes se développe, coupes qui ne peuvent alors plus être atteintes sans traverser les bandes de protection. Ce phénomène est à son maximum pour des bandes entre 100 et 150 m de largeur. L'évolution théorique de ces variables en fonction des largeurs de bande est illustrée à la figure 1.

---

1. Dans la littérature, la forêt d'intérieur est généralement définie comme une forêt située à une centaine de mètres ou plus d'une bordure. Cette distance peut cependant varier selon les besoins des espèces.

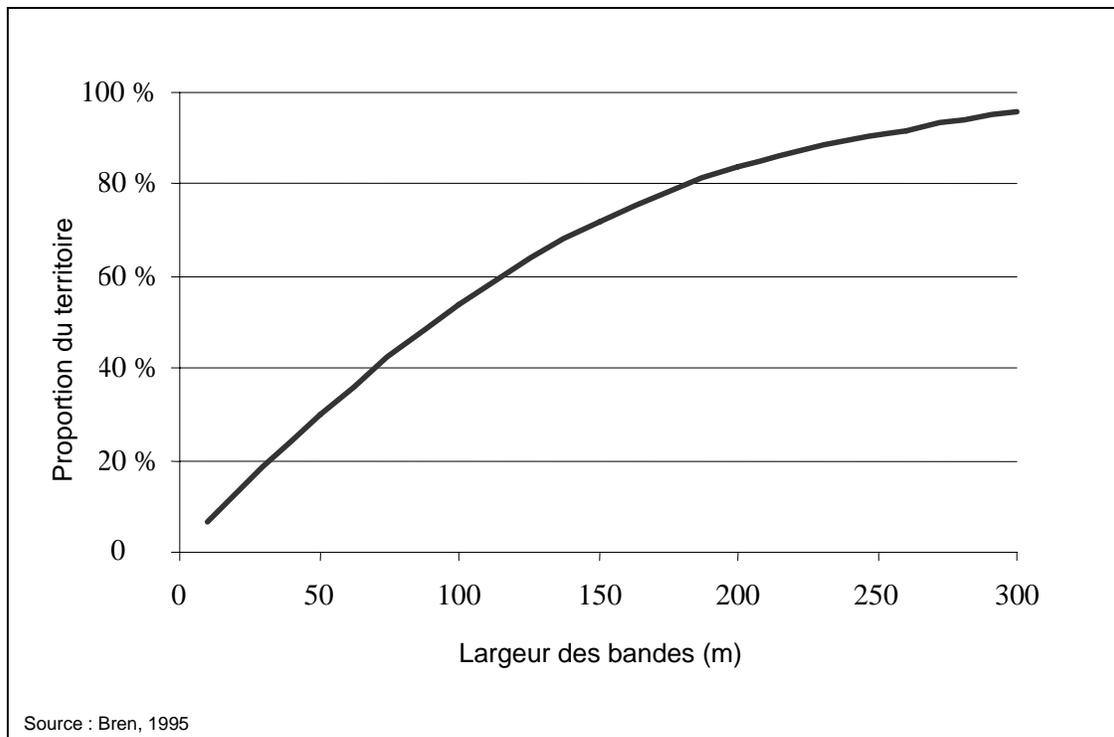


**Figure 1** Caractéristiques des mosaïques de coupes en fonction de la largeur des bandes de protection riveraines utilisées systématiquement sur le territoire aménagé

- a) La complexité locale évalue l'importance des circonvolutions et de l'angularité des bandes.  
 b) La complexité globale mesure l'état de l'entremêlement des bandes et des coupes (importance des bordures et éparpillement des entités).  
 c) L'insularisation est une mesure de la discontinuité des éléments de paysage (d'après Bren, 1995).

L'élargissement des bandes a également pour effet d'englober une portion de plus en plus importante du réseau routier. À 100 m de largeur, les bandes incorporaient environ 50 % de la longueur totale du réseau en place; la proportion montait à plus de 80 % pour des bandes de 200 m. L'élargissement a aussi pour conséquence de faire diminuer rapidement la portion du territoire récoltable. L'utilisation de bandes de 100 m englobait plus de 50 % de la superficie totale du bassin versant, et cette portion passait à plus de 80 % avec des bandes de 200 m (figure 2).

D'après les données tirées des deux études précédentes, chaque tranche de 10 m de largeur de bandes de protection laissées sur le réseau hydrographique engloberait approximativement 6 % du territoire aménagé. Cette relation n'est cependant pas parfaitement linéaire : à mesure que les bandes élargissent, elles englobent, en proportion, légèrement moins de superficie.



**Figure 2 Proportions du territoire englobé par des bandes de protection riveraines de diverses largeurs**

En résumé, l'utilisation systématique d'une largeur donnée de bande riveraine a des répercussions importantes sur la géométrie des paysages d'agglomération de parterres de coupe. L'utilisation de bandes de plus en plus larges change de façon notable les caractéristiques du paysage. Des bandes très étroites (de l'ordre de 10 m) donnent localement les situations les plus complexes quant à l'angularité et aux circonvolutions de la forêt résiduelle contenue dans les bandes. Cette forêt est caractérisée par un rapport périmètre/surface excessivement grand. À partir d'une largeur d'environ 100 m, on observe dans les zones de coupes une inversion de la matrice du paysage, qui passe alors de la coupe à la forêt. C'est aux environs de ce seuil que les mosaïques de coupes deviennent les plus complexes et les plus fragmentées. Si l'objectif d'aménagement des ressources d'un territoire implique, par exemple, de laisser 50 % de la superficie forestière en place lors de la récolte initiale (un niveau de forêt résiduelle équivalant à la CMO), laisser systématiquement la forêt résiduelle dans des bandes riveraines larges (aux environs de 100 m et plus de largeur) entraînera une fragmentation de l'habitat forestier, une perte d'habitat de forêt d'intérieur ainsi que des contraintes opérationnelles importantes. Particulièrement en forêt boréale constituée de grands peuplements matures relativement uniformes, une telle approche ne constitue vraisemblablement pas une voie souhaitable sur le plan écologique. Une partie importante de la forêt résiduelle devrait plutôt prendre la forme de blocs massifs possédant un faible rapport périmètre/surface, tout en assurant une bonne connectivité entre les structures de forêt résiduelle, notamment à l'aide des bandes riveraines.



# 1. Situation québécoise des milieux forestiers riverains et humides

## 1.1 Description des analyses

Dans le but d'évaluer l'importance, la variabilité et les caractéristiques forestières des superficies de territoire contenues dans les bandes de protection riveraines, des analyses géomatiques ont été réalisées sur un échantillon de feuillets numériques du troisième programme décennal d'inventaire écoforestier. L'assise de ces feuillets est la Base de données topographiques du Québec (BDTQ) à l'échelle de 1/20 000, dans laquelle les caractéristiques du couvert forestier sont reportées. L'entité de base de superficie pour l'analyse est le cadre du feuillet. Les feuillets sont découpés selon les méridiens et les parallèles avec des intervalles de 15 minutes en longitude et de 7 minutes 30 secondes en latitude. La convergence des méridiens au pôle fait en sorte qu'à mesure qu'on progresse vers le nord, la superficie des feuillets diminue graduellement. Dans les régions frontalières et dans le nord du territoire, il arrive que certaines parties de feuillets ne soient pas photo-interprétées pour le couvert forestier. Dans ces cas, ces superficies ont été soustraites des feuillets pour les calculs de proportions des entités terrestres.

La cartographie numérique comporte des couvertures distinctes pour l'hydrographie linéaire et l'hydrographie surfacique. Dans l'hydrographie linéaire, on distingue les cours d'eau intermittents, dont le lit s'assèche périodiquement, de ceux dont l'écoulement est permanent. Cette distinction a été utilisée dans les analyses. L'information est de type linéaire, c'est-à-dire que les cours d'eau représentés sont des entités sans largeur sur la carte. Cette caractéristique est à la source d'une certaine imprécision dans l'évaluation cartographique des surfaces, étant donné que la superficie aquatique des cours d'eau de faible largeur est assimilée aux milieux terrestres adjacents. L'hydrographie surfacique comprend les lacs, les étangs et les cours d'eau permanents surfaciques, dont la largeur cartographique est au minimum d'environ 6 m.

## 1.2 Sélection des feuillets cartographiques analysés

Les feuillets analysés ont été sélectionnés de façon à couvrir tout le Québec. Afin d'assurer une représentativité de l'échantillon par rapport à la variabilité des conditions du territoire, nous avons utilisé les critères de sélection suivants : le type de relief dominant, l'altitude moyenne et le dépôt de surface dominant. Ces variables sont reconnues pour avoir une influence importante sur les caractéristiques du réseau hydrographique. Elles sont décrites pour l'ensemble des districts écologiques contenus dans le système hiérarchique de classification écologique du territoire du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Saucier et autres, 1998; Robitaille et Saucier, 1998).

Les feuillets analysés ont été sélectionnés selon une méthode dite aléatoire-stratifiée. Dans un premier temps, un portrait général de l'ensemble du territoire a été fait pour les trois critères de sélection retenus, à partir de la base de données descriptives des districts écologiques. Le tableau 2 donne les proportions des différents types de relief dominant pour le Québec et pour l'échantillon.

**Tableau 2 Proportions des types de relief dominant pour tout le Québec et pour les feuillets à l'échelle de 1/20 000 sélectionnés pour les analyses**

Type de relief	Pour tout le Québec (%)	Pour l'échantillon (%)
Collines	25	23
Coteaux	30	27
Hautes collines	15	20
Monts	7	7
Plaine	21	20
Vallée	2	3

À l'intérieur de chacun des types de relief, la sélection des districts a ensuite été faite par classe d'altitude moyenne, puis par dépôt de surface dominant, toujours selon la même approche de proportionnalité par rapport au territoire global. Les combinaisons retenues de ces attributs ont ensuite été isolées et ont servi à une première sélection de districts écologiques représentatifs des conditions recherchées.

Un système d'information géographique (SIG) a ensuite été utilisé afin d'associer à ces districts des feuillets à l'échelle de 1/20 000 en superposant à la couverture des districts écologiques la grille des contours des feuillets. Seuls les feuillets dont la totalité ou la majeure partie de la superficie recoupait les districts écologiques aux caractéristiques ciblées étaient retenus pour une première sélection. Le choix final des feuillets a été fait de façon aléatoire, en assurant une répartition dans l'ensemble des sous-domaines bioclimatiques (SDBC). Ainsi, sur les 47 feuillets retenus initialement en raison de leur représentativité du territoire, 30 ont été sélectionnés aléatoirement pour les analyses sur l'hydrographie dans les différents SDBC. Les tableaux 3 et 4 présentent la répartition des feuillets dans les SDBC et les combinaisons de caractéristiques des feuillets analysés.

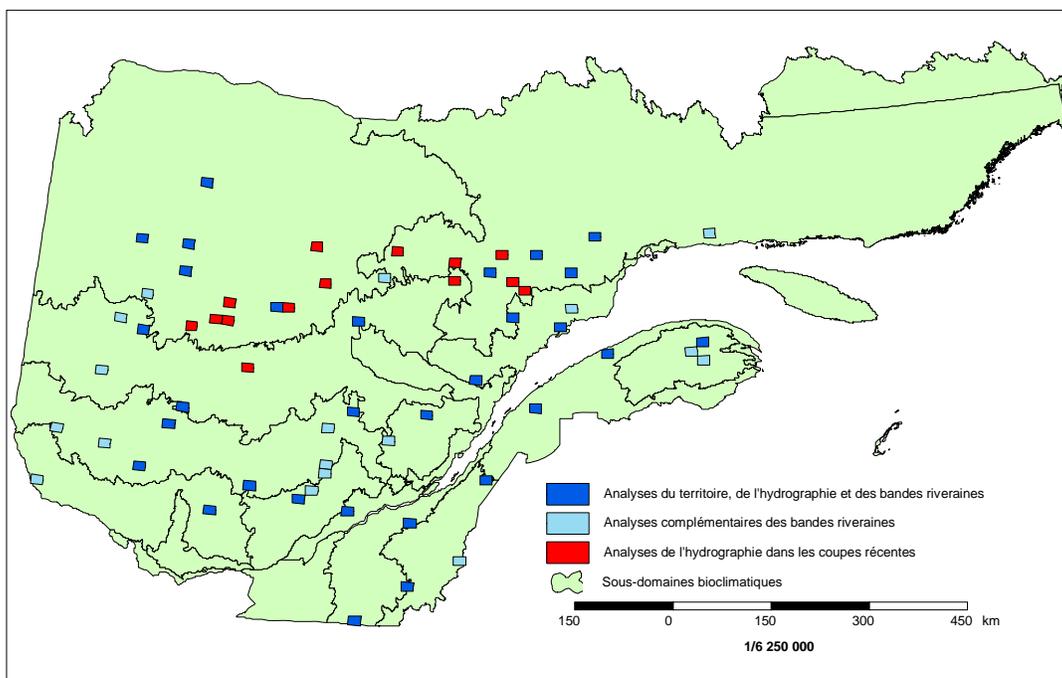
**Tableau 3 Localisation des feuillets (30) dans les SDBC**

SDBC	Nombre de feuillets
Érablière à tilleul de l'Est	4
Érablière à bouleau jaune de l'Est	2
Érablière à bouleau jaune de l'Ouest	1
Sapinière à bouleau jaune de l'Est	2
Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest	4
Sapinière à bouleau blanc de l'Est	5
Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest	3
Pessière à mousses de l'Est	4
Pessière à mousses de l'Ouest	5

**Tableau 4 Caractéristiques physiques des feuillets analysés (30)**

Type de relief dominant	Classe d'altitude (m)	Dépôt de surface dominant	Nombre de feuillets
Collines	300	1A	2
Collines	300	1A, 1AR	1
Collines	300	1AR	2
Collines	500	1A	1
Collines	500	1AR	1
Coteaux	300	1A	4
Coteaux	300	8A	1
Coteaux	500	1A	1
Coteaux	500	1AR	2
Hautes collines	300	8A	1
Hautes collines	500	1A, 1AR	2
Hautes collines	500	1AR	1
Hautes collines	500	R	1
Hautes collines	900	1A	1
Monts	500	1AR	1
Monts	500	R	1
Plaine	100	5S	2
Plaine	100	7	1
Plaine	300	4GA	3
Vallée	300	1A	1

Le présent rapport porte sur quatre types différents d'analyses sur les feuillets sélectionnés. Certaines analyses ont été réalisées directement sur les bases de données topologiques et écoforestières du Système d'inventaire écoforestier (SIEF), alors que d'autres ont nécessité des traitements géomatiques à l'aide d'un SIG. Aux feuillets initialement sélectionnés s'ajoutent ceux utilisés pour l'analyse des mosaïques de coupes récentes. La figure 3 présente la localisation des feuillets sélectionnés sur le territoire.



**Figure 3 Localisation des feuillets cartographiques à l'échelle de 1/20 000 du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire écoforestier utilisés pour les analyses du territoire, de l'hydrographie et de la végétation des bandes riveraines**

### 1.3 Caractéristiques du territoire et de l'hydrographie

En premier lieu, afin d'en évaluer l'importance et la variabilité, les caractéristiques du territoire et de l'hydrographie ont été analysées sur les 30 feuillets sélectionnés. Un calcul de la superficie et de la proportion de territoire terrestre théoriquement requis pour assurer la protection des rives à l'aide de bandes de protection de 20 m de largeur le long des lacs et des cours d'eau a également été réalisé.

### 1.4 Caractéristiques de la végétation des milieux riverains

En deuxième lieu, des zones tampons (*buffers*) de 20 et 100 m ont été faites à l'aide d'un SIG à partir des rives du réseau hydrographique, et également de la bordure des milieux humides non forestiers (DH et AL). Cette étape a été faite sur la totalité des 47 feuillets initialement sélectionnés. Pour la largeur de 20 m, des zones tampons ont également été réalisées conformément aux prescriptions du RNI, mais cette fois en contournant les aulnaies et les dénudés humides adjacents à l'hydrographie afin que la bande soit localisée en milieu forestier. Par ailleurs, la largeur de 100 m correspond théoriquement à la largeur de bande susceptible de générer les mosaïques forestières les plus complexes quant à l'entremêlement des bandes et des coupes de même qu'à l'importance de la fragmentation (Bren, 1995). La végétation des bandes a été analysée selon neuf groupes synthèses de strates de composition forestière, strates dont la liste apparaît à l'annexe A. Aux fins de cette analyse, la superficie des bandes et la composition de la végétation ont été associées au type de milieu aquatique ou humide auquel les bandes étaient adjacentes selon les sept catégories suivantes : 1) grand lac (> 8 ha); 2) petit lac et étang ( $\leq$  8 ha); 3) cours d'eau surfacique (cours d'eau possédant une cartographie

surfacique, c'est-à-dire une largeur  $\geq 6$  m environ); 4) cours d'eau linéaire permanent; 5) cours d'eau linéaire intermittent; 6) aulnaie (code cartographique AL); 7) dénudé humide (tourbière fermée ou non, code cartographique DH). L'analyse a été spcialisée sur la base des SDBC et des provinces naturelles (PN).

## 1.5 Fragilité potentielle des bandes riveraines en relation avec le drainage et la pente

Dans le but d'évaluer la fragilité potentielle des bandes riveraines de 20 m aux interventions forestières avec de la machinerie lourde et à l'érosion, nous avons évalué l'importance relative des classes de drainage les plus susceptibles (*imparfait*, *mauvais* et *très mauvais* selon la classification du SIEF) en fonction des types de milieux riverains ou humides, mais également des SDBC, afin de faire ressortir d'éventuels liens. Dans le cas de la pente des bandes, les superficies par classe de pente ont été compilées pour tous les SDBC afin de caractériser les tendances régionales.

## 1.6 Protection accordée à l'hydrographie linéaire en situation opérationnelle sur le territoire

Certains travaux récents ont mis en lumière le manque de précision des cartes forestières à grande échelle en ce qui a trait au tracé et au classement des cours d'eau de faible importance (intermittent vs permanent), particulièrement pour les tronçons de tête (Lee et Barker, 2005; Bertrand, 2003; Bren, 1995). Cette imprécision rend peu fiable la planification cartographique des bandes de protection riveraines et nécessite qu'on y apporte de nombreux ajustements lorsqu'on l'applique sur le terrain afin d'être conforme à la réglementation. Ce manque de fiabilité a aussi pour conséquence de rendre hasardeuse la comparaison des impacts qui seraient associés à différents scénarios cartographiques de protection des milieux riverains.

Afin d'évaluer l'écart qu'on peut s'attendre à avoir entre une planification cartographique des bandes riveraines et le résultat de son application en tenant compte des conditions du terrain, 14 importantes aires d'agglomération de coupes récentes (1986-2002) ont été repérées à partir de photos satellitaires (Landsat TM) à travers tout le Québec. Pour ces territoires, des analyses géomatiques ont ensuite été faites sur la cartographie écoforestière numérique du troisième programme décennal d'inventaire afin d'évaluer, pour la totalité de l'hydrographie linéaire cartographiée, les proportions de la longueur totale des ruisseaux permanents et intermittents qui étaient localisées dans l'un des trois types de milieux suivants : 1) des coupes récentes; 2) des zones de territoire improductif constitué d'aulnaies et de dénudés; 3) du couvert forestier mature composé de bandes riveraines de protection et de blocs forestiers résiduels. Cet exercice a permis de faire un portrait de la situation sur le terrain, en condition opérationnelle, des cours d'eau et plus particulièrement des tronçons de tête, généralement constitués de petits cours d'eau classés intermittents sur la cartographie.



## 2. Résultats

### 2.1 Caractéristiques du territoire et de l'hydrographie

Les caractéristiques du réseau hydrographique sont très variables à travers le Québec. Le tableau 5 présente les résultats des analyses faites sur les 30 feuillets sélectionnés. La superficie en eau des feuillets variait de 0,2 % à plus de 34 %, avec en moyenne 7,7 %. Aucun feuillet ne chevauchait en proportion importante le golfe ou le fleuve Saint-Laurent ni un réservoir ou un plan d'eau de grande importance.

Les cours d'eau classés intermittents constituent une portion importante du réseau hydrographique global. La proportion de la longueur cumulative des cours d'eau intermittents sur la longueur totale de l'hydrographie linéaire a varié de 38 % à 86 %, avec en moyenne 62 % de cours d'eau intermittents par feuillet. Les cours d'eau de premier ordre sont systématiquement classés intermittents, indépendamment de leur longueur ou de la superficie de leur bassin. Rappelons que seuls les cours d'eau permanents sont protégés par des bandes de protection riveraines en vertu du RNI. La longueur totale de l'hydrographie linéaire est aussi très variable. Cette valeur a varié de 139 km à 648 km, avec en moyenne 378 km de ruisseaux par feuillet. Un rapport moyen de 1,61 km de longueur de cours d'eau par km<sup>2</sup> (1,61 km<sup>-1</sup>) de territoire a été observé pour l'ensemble des feuillets.

Les feuillets sélectionnés étaient presque tous à prédominance forestière, à l'exception de deux qui comportaient une superficie agricole relativement importante et d'un autre qui incluait une zone urbaine. La proportion de superficie terrestre non forestière a varié de 2 % à 43 % et était en moyenne de 14 % par feuillet. Par ailleurs, la fraction de la superficie forestière productive inaccessible à la récolte (pente > 40 %) était en moyenne de 1,5 %, avec des extrêmes allant de 0 % à près de 12 %. De façon générale, la proportion de superficie inaccessible à la récolte tend à augmenter de l'ouest vers l'est, avec les valeurs moyennes les plus élevées dans les sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune de l'Est et les plus faibles dans la pessière à mousses de l'Ouest (tableau 6).

Le calcul de la longueur totale des rives a été fait pour chacun des feuillets (les rives correspondent aux deux côtés des cours d'eau linéaires et au pourtour des plans d'eau surfaciques). Cette variable est en lien direct avec la superficie de bandes de protection requise pour assurer la protection des milieux riverains conformément au RNI. La longueur de rives jouxtant les cours d'eau permanents et les plans d'eau a varié de 242 km à plus de 900 km par feuillet, avec une moyenne de 514 km. Si l'on considère la totalité de l'hydrographie, c'est alors en moyenne près de 1 000 km de rives par feuillet qu'on observe, avec un rapport moyen de 4,26 km linéaire de rives par km<sup>2</sup> de territoire terrestre (tableau 5).

Afin d'estimer la superficie de territoire théoriquement requis pour assurer la protection des milieux riverains forestiers en conformité avec le RNI, des superficies théoriques de bandes de protection riveraines de 20 m de largeur ont été calculées sur le réseau hydrographique à partir de la longueur des rives. Le tableau 7 présente la répartition des proportions de superficie terrestre productive rattachées aux différents types de milieux riverains ou humides de la cartographie.

Tableau 5 Caractéristiques du territoire et du réseau hydrographique sur 30 feuillets à l'échelle de 1/20 000 représentatifs du Québec

Feuillet	Eau (%)	Territoire inaccessible (%)	Territoire non forestier (%)	Longueur hydrographie linéaire totale (km)	Rapport longueur cours d'eau intermittents/longueur hydro totale (%)	Rapport longueur hydro totale/superficie terrestre (km/km <sup>2</sup> )	Longueur de rives permanentes <sup>a</sup> (km)	Longueur totale de rives (km)	Rapport longueur de rives totale/superficie terrestre (km/km <sup>2</sup> )
21E11SO	2,8	0,1	12,1	289	51,6	1,10	427	725	2,75
21L06NO	0,2	0,0	36,6	495	79,6	1,86	242	1031	3,87
21M14NE	2,8	0,6	2,6	380	57,1	1,51	496	930	3,68
21N04SO	0,3	0,0	10,2	287	52,3	1,09	340	640	2,43
22A14NO	1,3	0,3	5,3	139	48,5	0,55	251	386	1,54
22B14SO	3,6	7,0	31,0	340	45,7	1,38	437	748	3,04
22C02SO	1,5	0,2	7,6	280	62,3	1,10	348	697	2,73
22D08NE	4,6	11,1	2,3	409	57,6	1,67	614	1086	4,43
22F01NO	11,3	3,2	37,2	648	60,7	2,88	791	1578	7,02
22F06SO	11,5	7,4	13,0	408	65,6	1,82	537	1072	4,79
22F13NO	9,6	0,4	7,0	372	57,9	1,65	643	1074	4,76
22F16NE	6,9	6,3	3,6	428	77,6	1,84	423	1087	4,68
22J05NE	5,2	1,8	17,6	563	66,9	2,41	654	1408	6,01
22K02NO	10,0	1,9	13,6	442	68,4	1,98	615	1219	5,46
31H01SO	9,4	0,9	18,8	358	57,6	1,52	455	867	3,68
31I10SE	4,3	0,0	43,0	373	52,2	1,46	535	925	3,63
31I12NE	8,1	1,5	3,1	535	68,3	2,19	670	1401	5,74
31J06NO	8,3	0,3	14,1	273	60,3	1,12	632	962	3,93
31J15SE	5,5	0,3	4,6	435	56,6	1,74	705	1197	4,78
31K15NO	12,3	0,0	3,5	369	73,1	1,59	559	1099	4,74
31N09SO	5,9	0,0	4,0	378	64,9	1,53	516	1006	4,09
31N16SE	8,1	0,7	5,2	335	60,4	1,40	623	1028	4,30
31P15NE	4,7	1,3	2,7	345	37,7	1,39	913	1173	4,74
32C14SE	6,2	0,0	21,6	191	61,2	0,80	347	581	2,43
32F09NO	7,6	0,0	11,0	351	59,2	1,51	481	896	3,87
32G08SO	27,4	0,1	14,4	273	66,8	1,49	705	1071	5,84
32H02NE	3,9	0,4	5,7	334	58,6	1,37	532	924	3,79
32K01SO	5,4	0,0	14,7	390	75,5	1,66	248	837	3,55
32K03SO	9,0	0,0	31,4	633	86,4	2,79	317	1411	6,23
32K16NE	34,5	0,0	30,6	290	68,0	1,99	369	764	5,24
Moyenne	7,7	1,5	14,3	378	61,9	1,61	514	994	4,26
Écart type	7,2	2,7	11,9	114	10,4	0,51	167	265	1,25
Minimum	0,2	0,0	2,3	139	37,7	0,55	242	386	1,54
Maximum	34,5	11,1	43,0	648	86,4	2,88	913	1578	7,02

a) Inclut les deux rives des cours d'eau et le périmètre des lacs et des étangs.

**Tableau 6 Proportions du territoire forestier productif<sup>a</sup> inaccessible à la récolte**

<b>SDBC</b>	<b>Portion de territoire inaccessible<sup>b</sup> (%)</b>
Érablière à tilleul de l'Est	0,3
Érablière à bouleau jaune de l'Ouest	0,3
Érablière à bouleau jaune de l'Est	0,5
Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest	0,4
Sapinière à bouleau jaune de l'Est	3,1
Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest	0,4
Sapinière à bouleau blanc de l'Est	4,5
Pessière à mousses de l'Ouest	0
Pessière à mousses de l'Est	2,7

a) Information compilée à partir de 30 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal représentatifs du Québec.

b) Les pentes supérieures à 40 % sont considérées comme inaccessibles à la récolte.

À l'aide de l'information contenue dans le tableau 7, il est possible d'estimer grossièrement la proportion de superficie qui serait requise pour différents scénarios de protection utilisant des multiples de 20 m sur les diverses catégories de milieux riverains ou humides. Il convient cependant de préciser que la méthode utilisée pour l'évaluation des superficies est entachée d'une certaine imprécision parce qu'elle calcule la surface théorique de bande à partir de la démarcation terre-eau, ce qui n'est pas toujours le cas sur le terrain. Par exemple, dans la situation où un milieu humide non forestier est intercalé entre le milieu aquatique et la forêt, la bande de protection est alors en réalité localisée au début de la partie forestière et non directement sur la rive. Également, le fait que l'hydrographie linéaire puisse comporter des cours d'eau d'une largeur pouvant aller jusqu'à environ 5 m est aussi une autre source d'imprécision, des superficies aquatiques étant alors assimilées à des surfaces terrestres. Ces deux sources d'imprécision, ajoutées à la présence possible d'écotones étroits de seulement quelques mètres qui ne sont pas cartographiés, entraînent donc une certaine sous-estimation de la proportion réelle de superficie forestière qui serait réellement incluse dans les bandes de protection.

Pour les feuillets analysés, la norme actuelle de protection avec bande de 20 m sur l'hydrographie permanente et les plans d'eau nécessite de laisser en place entre 1,8 % et 7,7 % de la superficie terrestre productive des feuillets, avec une moyenne de 4,4 %. Par contre, si l'on considère la totalité de l'hydrographie, c'est plutôt entre 3,1 % et 14 % de la superficie qui devrait être incluse dans les bandes, avec en moyenne 8,5 %.

Les sources d'imprécision mentionnées précédemment ajoutées à l'imprécision du tracé des ruisseaux de tête (tronçons intermittents de 1<sup>er</sup> ordre) font en sorte que la valeur observée après application sur le terrain des règles de protection du RNI se situe en réalité entre les estimations

**Tableau 7 Proportions de la superficie forestière productive totale théoriquement nécessaire pour assurer la protection des différents types de milieux riverains à l'aide de bandes de protection riveraines de 20 m de largeur tracées à partir des rives des milieux aquatiques**

Bandes forestières de protection riveraines (20 m)	Proportion superficie forest. productive reliée aux cours d'eau intermittents (%)	Proportion reliée aux cours d'eau permanents (%)	Proportion reliée à l'hydrographie linéaire totale (%)	Proportion reliée aux plans d'eau < 8 ha (%)	Proportion reliée aux plans d'eau > 8 ha (%)	Proportion totale reliée aux plans d'eau (%)	Total partiel hydrographie permanente (%)	Total global toute hydrographie (%)
<b>Feuille</b>								
21E11SO	2,26	2,12	4,38	0,43	0,69	1,12	3,24	5,50
21L06NO	5,92	1,52	7,43	0,07	0,23	0,30	1,82	7,74
21M14NE	3,44	2,59	6,03	0,53	0,81	1,34	3,93	7,37
21N04SO	2,28	2,08	4,36	0,49	0,01	0,50	2,58	4,86
22A14NO	1,07	1,14	2,21	0,44	0,42	0,86	2,00	3,07
22B14SO	2,53	3,00	5,53	0,20	0,35	0,56	3,56	6,08
22C02SO	2,73	1,66	4,39	0,37	0,70	1,07	2,73	5,46
22D08NE	3,84	2,83	6,67	1,15	1,03	2,18	5,01	8,85
22F01NO	7,01	4,53	11,54	1,01	1,50	2,51	7,04	14,05
22F06SO	4,78	2,51	7,29	0,84	1,45	2,29	4,80	9,58
22F13NO	3,81	2,78	6,59	0,91	2,01	2,93	5,70	9,52
22F16NE	5,72	1,65	7,37	0,69	1,30	1,99	3,64	9,36
22J05NE	6,44	3,19	9,62	1,39	1,02	2,40	5,59	12,02
22K02NO	5,41	2,50	7,91	0,99	2,01	3,01	5,51	10,92
31H01SO	3,50	2,58	6,08	0,43	0,85	1,28	3,86	7,36
31I10SE	3,06	2,80	5,85	0,75	0,66	1,41	4,20	7,26
31I12NE	5,99	2,78	8,77	1,32	1,39	2,71	5,49	11,48
31J06NO	2,69	1,77	4,46	1,43	1,96	3,39	5,16	7,85
31J15SE	3,93	3,01	6,94	1,06	1,55	2,61	5,63	9,55
31K15NO	4,65	1,71	6,36	0,79	2,32	3,11	4,82	9,47
31N09SO	3,98	2,16	6,14	0,78	1,26	2,04	4,20	8,18
31N16SE	3,39	2,22	5,61	1,05	1,94	2,99	5,21	8,60
31P15NE	2,10	3,48	5,58	2,33	1,58	3,91	7,39	9,49
32C14SE	1,95	1,24	3,19	0,44	1,23	1,67	2,90	4,85
32F09NO	3,59	2,47	6,06	0,37	1,31	1,68	4,15	7,74
32G08SO	3,98	1,98	5,96	0,55	5,16	5,71	7,69	11,67
32H02NE	3,21	2,27	5,48	0,78	1,32	2,10	4,37	7,58
32K01SO	5,00	1,62	6,62	0,22	0,27	0,49	2,11	7,11
32K03SO	9,66	1,52	11,18	0,47	0,81	1,29	2,80	12,47
32K16NE	5,42	2,55	7,97	0,21	2,31	2,52	5,07	10,49
Moyenne	4,11	2,34	6,45	0,75	1,32	2,07	4,41	8,52
Écart type	1,80	0,73	2,04	0,47	0,96	1,17	1,53	2,51
Minimum	1,07	1,14	2,21	0,07	0,01	0,30	1,82	3,07
Maximum	9,66	4,53	11,54	2,33	5,16	5,71	7,69	14,05

faites avec la longueur des rives de l'hydrographie permanente et la longueur des rives de l'hydrographie totale. Les résultats d'analyses comparatives montrent que l'application sur le terrain tend à se rapprocher davantage de l'estimation faite avec l'hydrographie totale. Nous discuterons de cet aspect à la section 2.4, dont les analyses précisent cet aspect.

Finalement, afin de vérifier l'écart entre la superficie des bandes de protection telle qu'elle a été calculée précédemment à l'aide des rives et la superficie obtenue par la réalisation de zones tampons (*buffers*) faites avec un SIG, nous avons comparé les deux valeurs sur la base des feuillets individuels. Il ressort que, comparativement aux zones tampons, le calcul à l'aide des longueurs de rives tend à une surestimation légère de la superficie des bandes, en moyenne d'un peu moins de 2 % de la superficie productive, avec cependant assez de variations d'un feuillet à l'autre. L'écart est dû au double décompte des superficies qui se retrouvent dans les bandes, à la jonction de deux types de milieux riverains adjacents (par exemple, jonction d'un cours d'eau et d'un lac). Lors de la réalisation des zones tampons avec le SIG, ces redoublements sont écrasés selon une hiérarchie basée sur les types de milieux riverains ou humides, de sorte qu'il n'existe pas de double prise en compte des superficies. En dépit de cet écart, la méthode de calcul à partir des longueurs de rives demeure une technique rapide et facile pour estimer les superficies théoriques de bandes riveraines pour de vastes territoires, sans avoir recours à de complexes traitements à l'aide d'un SIG.

Les superficies de bande obtenues pour les analyses précédentes ont été associées à l'un des sept types de milieux riverains ou humides décrits précédemment auxquels elles sont adjacentes. Les tableaux 8 et 9 présentent les proportions de la superficie des bandes de chaque type en fonction des SDBC et des PN.

**Tableau 8 Proportions de la superficie totale<sup>a</sup> des bandes riveraines (%) selon le type de milieu riverain ou humide adjacent et le SDBC**

SDBC	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Cours d'eau surfacique (largeur > 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Érablière à tilleul de l'Est (3 <sup>b</sup> )	38,2	29,2	4,8	7,9	4,2	3,9	11,9
Érablière à bouleau jaune de l'Ouest (2)	23,6	17,9	6	15	18,6	3,8	15,1
Érablière à bouleau jaune de l'Est (5)	45,4	17,6	2,8	7,5	7,2	7,5	11,9
Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest (10)	32,4	16,6	4,7	11	14,8	6,6	13,9
Sapinière à bouleau jaune de l'Est (2)	41,3	36,7	5,9	4,8	3,3	6,1	1,8
Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (4)	28,5	7,5	10,2	5,5	8,2	16,3	23,9
Sapinière à bouleau blanc de l'Est (9)	40,3	27,7	4,2	8,1	7,4	4,9	7,3
Pessièrre à mousses de l'Ouest (7)	37,5	10,7	5,1	3,0	8,3	8,7	26,7
Pessièrre à mousses de l'Est (5)	45,3	20,5	2,4	11,3	10,1	0,9	9,6

a) Compilation réalisée sur les bandes de protection de 20 m générées à partir des rives du réseau hydrographique et du pourtour des milieux humides, à l'aide d'un SIG, sur 47 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire. Ces feuillets couvrant tout le Québec ont été sélectionnés pour être représentatifs de la variabilité des conditions quant au relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant.

b) Nombre de feuillets analysés dans le sous-domaine.

**Tableau 9 Proportions de la superficie totale<sup>a</sup> des bandes riveraines (%) selon le type de milieu riverain ou humide adjacent et la PN**

PN	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Cours d'eau surfacique (larg. > 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Appalaches (9 <sup>b</sup> )	40,6	35,3	5,7	4,9	2,8	7,1	3,6
Basses-terres de l'Abitibi–Baie-James (6)	34,4	5,9	8,8	2,7	2,7	16,7	28,7
Basses-terres du Saint-Laurent (2)	48,5	21,1	2,1	4,7	2,2	2,9	18,5
Hautes-terres de Mistassini (2)	36,2	16,9	5,5	1,9	8,1	2,6	28,9
Laurentides centrales (11)	41,9	17,9	3,0	9,6	12,7	2,6	12,4
Laurentides méridionales (16)	33,4	17,2	4,4	11,0	14,5	6,5	13,0
Plateau de la Basse-Côte-Nord (1)	37,6	27,5	2,3	16,8	4,7	1,9	9,2

a) Compilation réalisée sur les bandes de protection de 20 m générées à partir des rives du réseau hydrographique et du pourtour des milieux humides, à l'aide d'un SIG, sur 47 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire. Ces feuillets couvrant tout le Québec ont été sélectionnés pour être représentatifs de la variabilité des conditions quant au relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant.

b) Nombre de feuillets analysés dans la PN.

Les proportions de la superficie de bandes rattachées aux cours d'eau intermittents, et dans une moindre mesure aux permanents, s'avèrent toujours plus importantes dans la partie est des domaines bioclimatiques que dans la partie ouest. La tendance inverse s'observe pour les bandes entourant les lacs et étangs dans l'érablière et la sapinière à bouleau jaune, qui sont dans ce cas plus importantes dans l'ouest. Si la proportion des bandes associées aux aulnaies est plus importante dans la partie est de l'érablière à bouleau jaune, c'est dans la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest et la pessière à mousses de l'Ouest qu'on retrouve les plus fortes valeurs. Les proportions de bandes rattachées aux dénudés humides s'avèrent quant à elles systématiquement plus élevées dans l'ouest des différents domaines, une tendance inverse de celle observée pour les cours d'eau linéaires. Les variations est-ouest observées pour beaucoup de types de bandes riveraines à l'échelle des domaines bioclimatiques sont plus difficilement perceptibles à l'échelle des PN. La grande taille de ces entités et la variabilité des caractéristiques de l'hydrographie sont probablement à la source d'une certaine uniformisation. Il est quand même possible de distinguer certaines tendances de fond. Ainsi, les basses-terres de l'Abitibi–Baie-James présentent une portion importante de bandes associées aux aulnaies et aux dénudés humides, alors que les Laurentides centrales et méridionales ainsi que le plateau de la Basse-Côte-Nord ont une superficie de bandes reliées aux étangs et aux lacs proportionnellement plus importante que les autres provinces.

## 2.2 Caractéristiques de la végétation des milieux riverains

Afin de caractériser la composition de la végétation des bandes riveraines, les différentes strates forestières ont été regroupées au sein des neuf groupes synthèses suivants : feuillus tolérants, feuillus intolérants, autres feuillus, mélangé à dominance feuillue, mélangé à dominance résineuse, sapinière, pinède grise, pessière, autres résineux. La liste complète des groupements d'essences inclus dans ces groupes synthèses apparaît à l'annexe A. Les zones tampons réalisées à l'aide du SIG ont été générées directement à partir des rives des lacs et des cours d'eau, et non à partir des limites de l'écotone riverain tel que le stipule le RNI, de sorte que les bandes peuvent contenir des aulnaies et des tourbières plus ou moins boisées codifiées DH sur la cartographie. Des bandes ont aussi été générées sur le pourtour des milieux humides (DH et AL). Lors de leur création, les bandes ont été structurées selon la hiérarchie décroissante suivante : grand lac, petit lac et étang, rivière (> 6 m), cours d'eau linéaire permanent, cours d'eau linéaire intermittent, aulnaie et, finalement, dénudé humide. Dans un premier temps, l'analyse a été faite de façon globale pour les 47 feuillets, en associant les groupes synthèses de composition aux superficies de bandes riveraines des différents types de milieux riverains ou humides. L'exercice a été réalisé pour deux largeurs de bande : pour des bandes de 20 m mesurées à partir des rives des cours et des plans d'eau ainsi qu'à partir du pourtour des milieux humides, puis pour une bande de 80 m de largeur adjacente à la bande de 20 m, pour un total de 100 m de largeur à partir des rives. Une telle approche a permis de comparer la composition relative de la végétation à proximité de l'eau (0-20 m) à celle de la végétation de la portion plus éloignée (21-100 m). Les figures 4 et 5 illustrent des secteurs de bandes riveraines de 20 et 100 m.

Le tableau 10 présente les résultats. Le groupe synthèse de composition de la pessière domine dans tous les types de milieux riverains ou humides. Comme on pouvait s'y attendre, ce groupe est particulièrement associé aux dénudés humides et aux aulnaies, souvent adjacents à des peuplements d'épinettes en milieu riverain. Le groupe mélangé à dominance feuillue constitue le second groupe en importance dans tous les types de milieux riverains ou humides. Les sapinières et les feuillus intolérants ont une importance comparable, alors que les pinèdes grises et les autres feuillus sont plutôt marginaux dans les bandes riveraines. Par ailleurs, la composition relative de la végétation des bandes riveraines varie peu lorsqu'on élargit la bande au-delà de 20 m. La comparaison des proportions de composition forestière entre les deux segments montre que les écarts sont typiquement petits et généralement aléatoires, l'écart pouvant être tout autant positif que négatif entre les deux largeurs. Seuls les feuillus tolérants et intolérants montrent des proportions systématiquement inférieures, quoique souvent avec un écart infime, dans les bandes de 20 m comparativement à celles de 80 m, laissant sous-entendre que ces types de végétation deviennent plus importants à mesure qu'on s'éloigne des rives. Un résultat semblable a été observé par Shirley (2004) lors d'une étude sur les bandes riveraines en Colombie-Britannique. Cet auteur rapporte que la densité des feuillus était plus élevée dans des bandes larges comparativement à des bandes étroites.



Figure 4 Secteur du territoire avec bandes riveraines de 20 m tracées conformément au RNI

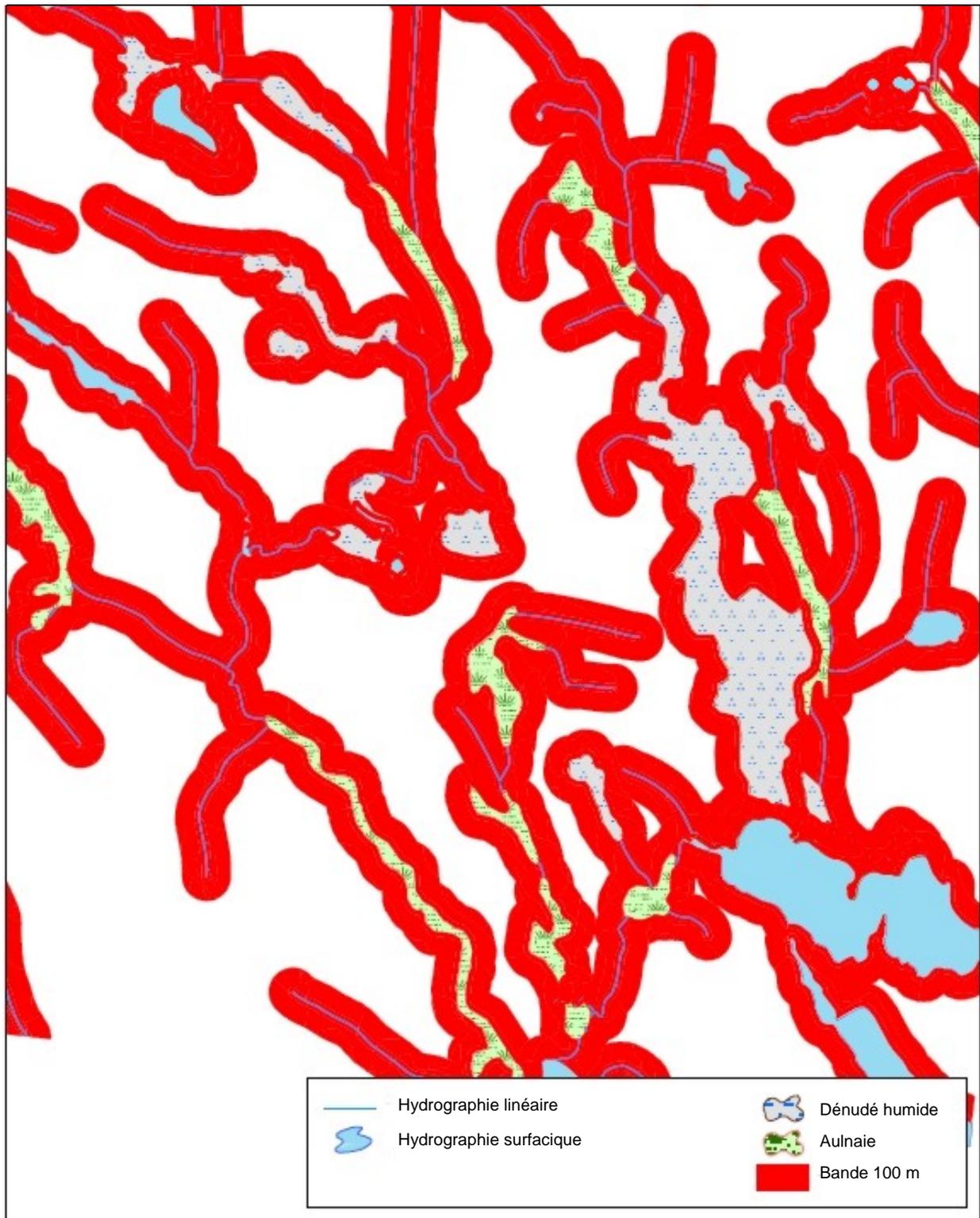


Figure 5 Secteur du territoire avec bandes riveraines de 100 m tracées à partir des rives et de la marge des secteurs improductifs

**Tableau 10 Proportions (%)<sup>a</sup> de superficie<sup>b</sup> des groupes synthèses de composition de la végétation selon la largeur de la bande et le type de milieu riverain ou humide adjacent**

Composition végétale	Type de milieu riverain ou humide													
	Aulnaie		Cours d'eau intermittent		Cours d'eau permanent		Dénudé humide		Grand lac (> 8 ha)		Petit lac et étang (< 8 ha)		Rivière (> 6 m)	
Largeur de bande analysée	20 m	80 m	20 m	80 m	20 m	80 m	20 m	80 m	20 m	80 m	20 m	80 m	20 m	80 m
Autres feuillus	1,1	1,6	0,7	0,8	0,8	0,7	1,3	1,3	1,5	1,3	0,8	0,6	1,1	0,7
Autres résineux	2,7	2,5	1,6	1,4	1,9	1,6	5,1	4,0	1,5	1,5	1,5	1,8	0,9	1,4
Feuillus intolérants	5,6	6,5	6,0	6,9	4,5	5,3	5,3	5,9	5,5	6,8	3,9	7,3	4,5	6,4
Feuillus tolérants	3,6	4,9	10,1	12,1	6,0	6,5	2,9	5,1	6,5	9,7	3,7	7,4	4,0	4,7
Mélangé à dominance feuillue	13,6	14,8	17,5	16,6	18,4	18,0	17,6	17,7	18,2	20,4	12,7	19,2	12,2	16,3
Mélangé à dominance résineuse	10,7	10,4	9,8	8,9	12,1	11,2	9,7	9,2	13,4	13,7	9,3	12,0	8,1	10,3
Pessière	29,0	28,0	20,7	19,2	25,8	22,4	32,0	28,9	22,7	21,5	15,2	19,8	20,0	25,0
Pinède grise	3,2	2,4	0,9	0,9	1,7	1,8	2,5	2,3	1,7	1,4	1,3	1,8	2,2	3,0
Sapinière	5,0	4,6	6,0	5,3	7,5	5,9	4,9	4,7	7,7	6,6	5,1	5,5	6,6	6,7

a) Les portions de bandes pour lesquelles il n'existe aucune information sur le groupement d'essences et le code terrain ne sont pas considérées dans l'analyse, de sorte que le total diffère de 100 %. Il s'agit habituellement de zones récemment perturbées (feu, chablis, coupe).

b) Compilation réalisée à partir des bandes de protection (20 m des rives de l'hydrographie et de la bordure des milieux humides et 80 m au-delà des premiers 20 m) générées à l'aide d'un SIG sur 47 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire. Les feuillets couvrant tout le Québec ont été sélectionnés pour être représentatifs de la variabilité des conditions quant au relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant.

Étant donné que l'écologie régionale joue un rôle fondamental dans la composition de la végétation des bandes, celle-ci doit obligatoirement être analysée sur la base d'un découpage écologique. Nous avons utilisé les SDBC et les PN pour ce faire. Les tableaux 11 et 12 présentent l'importance relative de chaque groupe synthèse de composition pour ces découpages, alors que les tableaux 13 à 21 font le lien entre la composition de la végétation des bandes et le type de milieu riverain ou humide pour chaque SDBC.

**Tableau 11 Proportions de la superficie totale (%) des bandes riveraines<sup>a, b</sup> en fonction de la composition de la végétation et des SDBC**

SDBC	Feuillus tolérants	Feuillus intolérants	Autres feuillus	Mélangé à dominance feuillue	Mélangé à dominance résineuse	Pinède grise	Sapinière	Pessièrè	Autres résineux	Aulnaie	Dénué humide	Zone agricole
Érablière à tilleul de l'Est (3 <sup>c</sup> )	19,4	5,6	0,4	17,0	8,9	0,1	5,7	2,0	3,3	0,6	3,2	11,9
Érablière à bouleau jaune de l'Ouest (2)	12,0	6,4	2,1	35,8	11,2	0,0	1,9	2,3	2,2	1,4	7,8	8,4
Érablière à bouleau jaune de l'Est (5)	4,7	4,4	0,1	22,8	12,5	0,6	3,8	11,6	3,3	1,4	3,0	7,6
Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest (10)	3,6	8,5	0,0	27,2	14,5	3,5	2,3	20,7	1,0	1,8	4,5	0,0
Sapinière à bouleau jaune de l'Est (2)	2,6	2,9	0,0	18,3	15,1	0,0	15,4	1,5	3,4	0,6	0,4	13,2
Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (4)	0,1	8,7	1,0	12,5	9,3	1,8	1,3	33,3	2,1	4,4	3,0	2,6
Sapinière à bouleau blanc de l'Est (9)	0,2	7,9	0,0	10,6	10,6	0,2	13,1	26,3	0,7	1,3	2,5	0,1
Pessièrè à mousses de l'Ouest (7)	0,0	2,1	1,1	4,5	8,3	2,4	1,5	58,8	1,1	2,7	3,2	0,0
Pessièrè à mousses de l'Est (5)	0,0	0,5	0,0	1,8	4,2	1,4	11,5	56,0	0,0	0,1	2,0	0,0

a) Compilation réalisée sur les bandes de protection de 20 m générées à partir des rives du réseau hydrographique et de la bordure des milieux humides, à l'aide d'un SIG, sur 47 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire. Ces feuillets couvrant tout le Québec ont été sélectionnés pour être représentatifs de la variabilité des conditions quant au relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant.

b) Les portions de bandes pour lesquelles il n'existe aucune information sur le groupement d'essences et le code terrain ne sont pas considérées dans l'analyse, de sorte que le total diffère de 100 %. Il s'agit généralement de zones récemment perturbées (feu, chablis, coupe).

c) Nombre de feuillets analysés dans le sous-domaine.

d) Les bandes sont hiérarchisées lors de leur création pour éviter les multiples prises en compte des superficies à la jonction de milieux différents. Les plans d'eau et les cours d'eau permanents étant au sommet, une certaine portion des bandes tracées à partir des rives est constituée d'aulnaies et de dénudés humides.

Le groupe des feuillus tolérants est particulièrement important dans les SDBC de l'érablière à tilleul de l'Est et de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest, mais disparaît littéralement des SDBC de la forêt boréale. Les strates mélangées sont toujours assez importantes en milieu riverain, particulièrement celles à dominance feuillue. Les feuillus intolérants sont omniprésents dans tous les SDBC, mais deviennent rares dans la pessière à mousses. Les pinèdes grises se trouvent rarement dans les bandes riveraines et se concentrent principalement dans la partie ouest des domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et de la pessière à mousses. À l'inverse, les sapinières sont caractérisées par une abondance marquée dans la partie est de ces domaines. Sauf dans le sud-ouest du territoire, le groupe synthèse de la pessière est toujours bien représenté en milieu riverain et il domine très largement dans le nord de la forêt résineuse. Le groupe synthèse des autres résineux est relativement peu abondant et comporte principalement des zones riveraines de cédrière et de mélèzaie davantage présentes dans la partie sud du territoire. Les aulnaies et les dénudés humides composent finalement une part variable des bandes riveraines délimitées à partir des rives de l'hydrographie. Pour les 47 feuillets cartographiques analysés, les bandes riveraines de 20 m délimitées à partir des rives et composées d'aulnaies et de dénudés secs et humides comptaient pour 0,6 % du territoire forestier productif et pour 7,1 % de la superficie totale des bandes riveraines. On remarque pour ces deux types de milieux la même tendance observée pour les pinèdes grises, à savoir une présence plus marquée dans la partie ouest des domaines bioclimatiques. Les gradients ouest-est et sud-nord observés à l'échelle des SDBC sont également perceptibles lorsqu'on examine les résultats de la compilation sur la base des PN (tableau 12).

Dans le SDBC de l'érablière à tilleul de l'Est, tous les groupes synthèses de composition sont associés, à divers niveaux, à tous les types de milieux riverains ou humides, à l'exception des pinèdes grises et des autres feuillus, quasi absents des feuillets analysés (tableau 13).

**Tableau 12 Proportions de la superficie totale (%) des bandes riveraines<sup>a, b</sup> en fonction de la composition de la végétation et des PN**

PN	Feuillus tolérants	Feuillus intolérants	Autres feuillus	Mélangé à dominance feuillue	Mélangé à dominance résineuse	Pinède grise	Sapinière	Pessière	Autres résineux	Aulnaie <sup>d</sup>	Dénudé humide <sup>d</sup>	Zone agricole
Basses-terres du Saint-Laurent (2 <sup>c</sup> )	5,1	5,2	0,1	18,7	10,2	0,2	5,4	6,8	3,8	0,3	3,3	21,4
Appalaches (9)	8,1	5,0	0,2	13,3	8,4	0,0	12,0	16,4	3,4	1,4	1,0	5,9
Laurentides méridionales (16)	4,2	8,1	0,2	27,4	13,4	1,9	3,0	19,3	1,1	1,7	4,6	0,8
Laurentides centrales (11)	0,1	3,7	0,0	5,6	9,5	2,0	8,8	41,9	0,0	0,6	3,4	0,0
Basses-terres de l'Abitibi-Baie-James (6)	0,0	5,4	1,4	7,7	7,4	2,3	0,8	51,0	1,8	5,0	2,3	1,5
Hautes-terres de Mistassini (2)	0,0	0,2	1,7	1,3	7,6	4,1	0,0	58,4	1,7	0,4	3,5	0,0
Plateau de la Basse-Côte-Nord (1)	0,0	1,5	0,0	4,1	11,9	0,1	19,8	31,3	0,0	0,1	1,5	0,0

- a) Compilation réalisée sur les bandes de protection de 20 m générées à partir des rives du réseau hydrographique et de la bordure des milieux humides, à l'aide d'un SIG, sur 47 feuillets écoforestiers du 3<sup>e</sup> programme décennal d'inventaire. Ces feuillets couvrant tout le Québec ont été sélectionnés pour être représentatifs de la variabilité des conditions quant au relief dominant, à l'altitude moyenne et au dépôt de surface dominant.
- b) Les portions de bandes pour lesquelles il n'existe aucune information sur le groupement d'essences et le code terrain ne sont pas considérées dans l'analyse, de sorte que le total diffère de 100 %. Il s'agit généralement de zones récemment perturbées (feu, chablis, coupe).
- c) Nombre de feuillets analysés dans la PN.
- d) Les bandes sont hiérarchisées lors de leur création pour éviter les multiples prises en compte des superficies à la jonction de milieux différents. Les plans d'eau et les cours d'eau permanents étant au sommet, une certaine portion des bandes tracées à partir des rives est constituée d'aulnaies et de dénudés humides.

**Tableau 13 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à tilleul de l'Est**

Type de forêt	SDBC de l'érablière à tilleul de l'Est (3 feuillets)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	31,5	14,9	13,9	9,2	20,4	6,8	4,4
Feuillus intolérants	5,4	5,9	4,8	4,3	12,2	6,1	4,0
Autres feuillus	0,0	0,6	3,1	1,1	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	12,9	20,0	13,3	6,7	16,2	15,2	31,7
Mélangé à dominance résineuse	5,8	10,6	6,7	4,9	8,5	16,3	16,4
Pinède grise	0,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Sapinière	4,5	6,9	4,2	4,4	3,8	5,9	8,3
Pessière	1,3	1,3	0,0	0,8	1,2	9,5	5,3
Autres résineux	2,6	3,3	1,4	1,6	0,0	7,8	7,7

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

À quelques exceptions près, les groupes synthèses mélangés prédominent dans tous les types de milieux riverains ou humides, et les feuillus tolérants occupent également une place relativement importante, notamment pour les cours d'eau linéaires intermittents, probablement en raison des érablières associées aux secteurs plus élevés drainés par les ruisseaux de tête intermittents.

La situation est comparable pour les SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest et de l'érablière à bouleau jaune l'Est, quoique les feuillus tolérants perdent un peu de leur importance (tableaux 14 et 15). La partie est présente des proportions en pessière notablement plus élevées que la partie ouest, principalement en association avec les aulnaies et les dénudés humides.

**Tableau 14 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest**

Type de forêt	SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest (2 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	22,2	12,2	2,6	8,7	7,3	9,8	9,1
Feuillus intolérants	7,1	5,6	2,1	4,3	5,5	8,0	10,5
Autres feuillus	0,7	1,8	1,0	2,3	4,2	1,1	2,3
Mélangé à dominance feuillue	29,7	43,8	24,0	26,8	34,2	41,6	49,7
Mélangé à dominance résineuse	7,6	12,7	4,7	9,1	15,2	17,6	13,0
Pinède grise	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sapinière	1,9	2,2	0,8	1,0	2,2	4,0	1,7
Pessièrre	3,0	1,4	1,1	1,0	1,2	2,3	5,3
Autres résineux	2,1	2,0	1,2	2,5	2,6	2,1	2,1

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

**Tableau 15 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Est**

Type de forêt	SDBC de l'érablière à bouleau jaune de l'Est (5 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	6,4	3,9	2,7	3,0	4,4	2,3	2,3
Feuillus intolérants	5,2	4,5	4,2	4,0	2,4	3,3	3,1
Autres feuillus	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	23,8	25,8	18,9	14,4	34,0	12,8	19,9
Mélangé à dominance résineuse	11,7	12,4	3,4	13,0	21,5	11,6	12,8
Pinède grise	0,2	0,7	0,3	1,0	0,9	1,5	0,9
Sapinière	3,7	4,1	1,4	2,0	3,6	5,2	4,8
Pessièrre	6,7	10,4	3,6	9,4	14,1	19,9	28,7
Autres résineux	2,5	3,6	0,9	1,8	2,3	5,8	6,5

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

Dans le domaine de la sapinière à bouleau jaune, les groupes synthèses mélangés demeurent prédominants (tableaux 16 et 17). Les pinèdes grises sont relativement peu abondantes dans l'ouest et absentes dans l'est. La partie ouest présente par ailleurs des proportions en pessière notablement plus élevées que la partie est, alors que la tendance inverse est observée pour les sapinières, beaucoup plus importantes dans l'est.

**Tableau 16 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest**

Type de forêt	SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest (10 feuillets)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	6,7	2,7	0,0	0,0	2,9	1,6	1,8
Feuillus intolérants	10,6	6,9	4,9	1,5	10,3	5,4	8,6
Autres feuillus	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	32,7	27,8	9,2	2,8	30,7	18,6	23,2
Mélangé à dominance résineuse	12,8	16,6	9,4	10,2	17,7	13,1	14,2
Pinède grise	1,6	3,9	2,4	1,3	4,6	6,0	5,3
Sapinière	1,6	3,9	0,9	0,8	1,6	2,0	2,6
Pessière	16,9	24,3	33,0	26,6	13,9	32,4	31,8
Autres résineux	0,8	0,6	0,7	0,2	2,7	0,7	0,8

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

**Tableau 17 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Est**

Type de forêt	SDBC de la sapinière à bouleau jaune de l'Est (2 feuillet)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénué humide
Feuillus tolérants	3,5	2,2	0,0	2,4	3,8	0,9	2,7
Feuillus intolérants	2,2	3,3	4,5	3,6	2,4	2,5	3,7
Autres feuillus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	19,8	20,6	11,0	16,3	13,6	5,8	15,7
Mélangé à dominance résineuse	12,6	19,6	16,8	8,7	22,5	5,2	8,8
Pinède grise	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sapinière	10,8	17,9	21,6	1,2	28,7	17,9	14,9
Pessièrre	1,3	0,9	0,2	16,1	3,3	6,1	6,2
Autres résineux	3,5	3,4	0,8	4,2	2,8	0,9	19,0

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

Dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc, les feuillus tolérants deviennent marginaux, alors que la fraction résineuse prend de l'importance (tableaux 18 et 19). Les strates mélangées perdent leur prédominance et sont remplacées par les pessièrres. La partie est présente des proportions en sapinière beaucoup plus élevées, une tendance analogue à celle observée dans la sapinière à bouleau jaune.

Finalement, dans le domaine de la pessièrre à mousses, les feuillus tolérants ont complètement disparu. Les strates mélangées deviennent relativement rares, particulièrement dans l'est (tableaux 20 et 21). La tendance observée dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc, quant à la prépondérance des pinèdes grises dans la partie ouest et des sapinières dans la partie est, se maintient également dans le domaine de la pessièrre à mousses.

**Tableau 18 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest**

Type de forêt	SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (4 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénué humide
Feuillus tolérants	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Feuillus intolérants	11,0	5,7	9,2	4,7	9,5	9,6	6,9
Autres feuillus	2,1	0,2	0,2	0,7	0,1	0,8	0,9
Mélangé à dominance feuillue	17,8	13,8	8,8	15,7	19,6	8,8	6,6
Mélangé à dominance résineuse	10,2	14,6	6,2	9,7	11,6	8,6	7,4
Pinède grise	1,7	1,6	0,9	2,0	1,1	2,8	1,9
Sapinière	1,6	1,5	1,1	0,6	0,9	1,9	0,9
Pessière	27,5	35,6	25,1	17,8	24,6	37,9	46,5
Autres résineux	2,1	1,6	0,7	1,0	0,0	3,5	2,9

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

**Tableau 19 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Est**

Type de forêt	SDBC de la sapinière à bouleau blanc de l'Est (9 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénué humide
Feuillus tolérants	0,2	0,1	0,8	0,1	0,3	0,0	0,1
Feuillus intolérants	9,9	5,5	6,5	5,6	6,0	9,5	10,1
Autres feuillus	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	13,1	8,9	9,6	8,3	12,4	6,3	8,1
Mélangé à dominance résineuse	11,9	9,9	9,2	10,7	12,3	6,3	7,3
Pinède grise	0,1	0,1	0,0	0,1	1,4	0,0	0,9
Sapinière	15,2	15,3	3,5	10,0	15,8	4,5	6,0
Pessière	19,6	34,2	24,5	19,1	23,6	41,2	35,2
Autres résineux	0,2	1,7	0,5	0,1	0,2	0,5	0,5

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

**Tableau 20 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la pessière à mousses de l'Ouest**

Type de forêt	SDBC de la pessière à mousses de l'ouest (7 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feuillus intolérants	2,4	2,2	4,9	1,5	1,0	5,1	0,4
Autres feuillus	1,6	1,5	0,4	0,1	0,2	1,5	0,8
Mélangé à dominance feuillue	5,4	3,2	9,2	2,8	2,2	10,4	1,8
Mélangé à dominance résineuse	10,4	8,8	9,4	10,2	8,7	7,5	4,2
Pinède grise	1,8	3,5	2,4	1,3	1,3	2,4	3,1
Sapinière	2,4	2,4	0,9	0,8	2,1	0,2	0,2
Pessière	56,5	64,5	33,0	26,6	54,7	57,2	70,2
Autres résineux	1,0	0,5	0,7	0,2	0,1	0,6	1,3

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

**Tableau 21 Proportions (%) de la superficie des bandes<sup>a</sup> (20 m) en fonction de la composition de la végétation et du type de milieu riverain ou humide adjacent dans le SDBC de la pessière à mousses de l'Est**

Type de forêt	SDBC de la pessière à mousses de l'est (5 feuilletts)						
	Type de milieu riverain ou humide						
	Cours d'eau linéaire intermittent	Cours d'eau linéaire permanent	Rivière (> 6 m)	Petit lac et étang (< 8 ha)	Grand lac (> 8 ha)	Aulnaie	Dénudé humide
Feuillus tolérants	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feuillus intolérants	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,9	0,3
Autres feuillus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mélangé à dominance feuillue	2,1	1,8	2,6	1,3	0,9	3,1	1,7
Mélangé à dominance résineuse	5,1	3,4	2,7	4,0	2,6	10,1	3,0
Pinède grise	0,8	2,0	1,9	1,5	1,2	5,7	3,2
Sapinière	12,8	12,9	20,4	8,9	10,6	3,3	5,0
Pessière	53,9	59,7	54,2	45,3	67,5	54,8	58,4
Autres résineux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

a) Des bandes de protection ont été faites sur la totalité de l'hydrographie linéaire et de l'hydrographie surfacique ainsi que sur la bordure des milieux humides non forestiers.

En résumé, à l'échelle de définition de la cartographie écoforestière, la végétation des milieux riverains ou humides est en lien étroit avec l'écologie régionale et est à l'image de la végétation des terres hautes. Concernant la similitude de la végétation aux abords de la rive comparativement à la partie plus éloignée, ce résultat est en accord avec ceux rapportés par Macdonald et autres (2003) pour l'Alberta, par Renöfält et autres (2005) pour la Suède et par Hagan et autres (2006) pour le Maine, où aucune différence notable n'a été observée entre la végétation riparienne et celle des terres hautes pour ce qui est de la composition des communautés d'arbres et d'arbustes. Hagan et autres (2006), qui ont étudié la composition des espèces herbacées dans l'environnement immédiat de petits cours d'eau de tête (0-45 m de la rive), rapportent par ailleurs que la seule différence significative observée est la plus grande richesse en espèces dans les cinq premiers mètres en bordure immédiate des cours d'eau. Les auteurs notent que l'écologie régionale et les conditions locales du site ont une influence majeure sur la composition et les caractéristiques de la végétation des milieux riverains. Pour le Québec, on observe des gradients évidents ouest-est et sud-nord, qui font qu'à un endroit donné du territoire, certaines compositions forestières de bandes riveraines sont abondantes, alors que d'autres sont particulièrement rares. L'importance relative de certaines associations composition forestière-type de milieu riverain ou humide, à l'échelle régionale, pourrait constituer un critère à considérer dans l'aménagement de la forêt résiduelle en milieu riverain.

### 2.3 Fragilité potentielle des bandes riveraines en relation avec le drainage et la pente

En vue d'évaluer leur fragilité potentielle aux interventions à l'aide de la machinerie lourde, la totalité des bandes riveraines des 47 feuillets cartographiques utilisés pour l'analyse ont été classées en fonction de leur qualité de drainage et de leur classe de pente. Les classes de drainage *imparfait* (4), *mauvais* (5) et *très mauvais* (6) du SIEF ont été considérées comme fragiles à cet égard. Dans le cas de la pente, les sites avec une pente supérieure à 40 % sont considérés comme inaccessibles, mais la récolte demeure possible dans les parterres adjacents aux bandes riveraines avec des pentes inférieures à ce seuil.

Les caractéristiques de drainage et de pente des bandes riveraines ont été analysées à l'échelle des SDBC. Le tableau 22 présente les résultats globaux par classe de drainage.

Pour l'érablière à tilleul de l'Est, 35 % de la superficie totale des bandes se situait en zone potentiellement fragile. Dans le cas de l'érablière à bouleau jaune, la valeur est à près de 23 % dans l'ouest et à 36 % dans l'est. Pour les domaines de la pessière à mousses et des sapinières à bouleau jaune et à bouleau blanc, une constante ressort : la proportion de zones potentiellement fragiles est systématiquement plus élevée dans l'ouest que dans l'est. La sapinière à bouleau jaune montre une valeur de 33 % dans l'ouest et une valeur de 24 % dans l'est. L'écart est par ailleurs beaucoup plus marqué pour la sapinière à bouleau blanc et la pessière à mousses. Les valeurs pour l'ouest et l'est représentent respectivement 70 % et 19 % ainsi que 60 % et 11 % de la superficie totale des bandes riveraines.

Toujours à l'échelle des SDBC, si on examine maintenant les sections de bande potentiellement fragiles en relation avec le type de milieu riverain ou humide auquel elles sont adjacentes, on constate que certains types de milieux comptent pour une portion relativement importante de la totalité des bandes fragiles du SDBC (tableau 23).

Tableau 22 Proportions de superficie (%) des bandes riveraines selon la classe de drainage dans les SDBC

Classe de drainage <sup>a</sup>	SDBC								
	Érablière à tilleul de l'Est	Érablière à bouleau jaune de l'Ouest	Érablière à bouleau jaune de l'Est	Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest	Sapinière à bouleau jaune de l'Est	Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest	Sapinière à bouleau blanc de l'Est	Pessière à mousses de l'Ouest	Pessière à mousses de l'Est
00	18,2	10,4	8,6	0,3	14,7	4,0	2,0	1,5	0,1
10	0,1	0,7	1,3	0,9	5,8	0,0	2,4	0,1	6,9
11							0,0		
16			0,1	0,0		0,0	0,2	0,1	0,9
20	11,3	20,2	12,5	19,1	12,3	4,1	24,6	4,9	37,4
21	0,7	0,0	0,5	0,7		0,0	0,2		1,1
30	31,3	43,3	34,3	36,4	36,2	20,4	41,6	31,2	33,5
31	3,1	2,4	6,7	9,4	6,6	1,7	9,0	1,9	7,5
32				0,0					
33	0,2	0,0					0,0	0,0	
40	19,1	8,8	19,1	21,1	12,0	36,5	9,3	40,4	7,9
41			0,6	0,1	1,9	0,1	0,4	0,2	0,0
43	0,1		0,1					0,0	
50	9,0	4,9	8,1	4,7	5,6	21,4	3,6	12,9	0,8
51	0,0		0,3	0,1		1,1	0,1	0,2	
53	0,2		0,0			0,1		0,0	
54								0,0	
60	6,5	9,1	7,6	7,3	5,0	10,5	6,1	6,6	2,5
61			0,2			0,1		0,0	
Total partiel (4-5-6)	35,0	22,9	36,0	33,2	24,4	69,7	19,5	60,4	11,2

a) Classes de drainage : 10 = rapide; 20 = bon; 30 = modéré; 40 = imparfait; 50 = mauvais; 60 = très mauvais.

**Tableau 23 Fragilité<sup>a</sup> des bandes riveraines en rapport avec leur classe de drainage, le type de milieu riverain ou humide auquel elles sont rattachées et le SDBC**

SDBC	Type de milieu riverain ou humide	% de superficie fragile du type de milieu	% de superficie du type de milieu	% du total des bandes
<b>Érablière à tilleul de l'Est</b>	Aulnaie	54,6	3,9	2,1
	Cours d'eau intermittent	19,3	38,2	7,4
	Cours d'eau permanent	30,5	29,2	8,9
	Dénudé humide	80,2	11,9	9,5
	Grand lac	33,2	4,2	1,4
	Petit lac et étang	56,9	7,9	4,5
	Rivière	24,7	4,8	1,2
<b>Érablière à bouleau jaune de l'Ouest</b>	Aulnaie	24,1	6,6	1,6
	Cours d'eau intermittent	15,9	32,4	5,1
	Cours d'eau permanent	15,4	16,6	2,6
	Dénudé humide	16,3	13,9	2,3
	Grand lac	19,4	14,8	2,9
	Petit lac et étang	45,3	11,0	5,0
	Rivière	43,2	4,7	2,0
<b>Érablière à bouleau jaune de l'Est</b>	Aulnaie	48,2	6,1	2,9
	Cours d'eau intermittent	30,1	41,3	12,4
	Cours d'eau permanent	35,0	36,7	12,9
	Dénudé humide	50,3	1,8	0,9
	Grand lac	25,2	3,3	0,8
	Petit lac et étang	42,6	4,8	2,0
	Rivière	54,1	5,9	3,2
<b>Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest</b>	Aulnaie	30,8	6,6	2,0
	Cours d'eau intermittent	30,0	32,4	9,7
	Cours d'eau permanent	31,2	16,6	5,2
	Dénudé humide	35,9	13,9	5,0
	Grand lac	29,3	14,8	4,3
	Petit lac et étang	44,7	11,0	4,9
	Rivière	43,3	4,7	2,0
<b>Sapinière à bouleau jaune de l'Est</b>	Aulnaie	28,2	6,1	1,7
	Cours d'eau intermittent	23,3	41,3	9,6
	Cours d'eau permanent	20,5	36,7	7,5
	Dénudé humide	53,0	1,8	1,0
	Grand lac	31,3	3,3	1,0
	Petit lac et étang	25,5	4,8	1,2
	Rivière	39,1	5,9	2,3
<b>Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest</b>	Aulnaie	76,6	16,3	12,5
	Cours d'eau intermittent	64,7	28,5	18,4
	Cours d'eau permanent	62,4	7,5	4,7
	Dénudé humide	79,9	23,9	19,1
	Grand lac	41,1	8,2	3,4
	Petit lac et étang	69,5	5,5	3,8
	Rivière	77,5	10,1	7,8
<b>Sapinière à bouleau blanc de l'Est</b>	Aulnaie	25,9	4,9	1,3
	Cours d'eau intermittent	10,6	40,3	4,3
	Cours d'eau permanent	19,3	27,8	5,4
	Dénudé humide	36,8	7,3	2,7
	Grand lac	17,8	7,4	1,3
	Petit lac et étang	35,2	8,1	2,9
	Rivière	42,2	4,2	1,8
<b>Pessière à mousses de l'Ouest</b>	Aulnaie	72,8	8,7	6,3
	Cours d'eau intermittent	53,9	37,5	20,2
	Cours d'eau permanent	59,7	10,7	6,4
	Dénudé humide	66,3	26,7	17,7
	Grand lac	48,4	8,3	4,0
	Petit lac et étang	68,8	3,0	2,1
	Rivière	72,3	5,1	3,7
<b>Pessière à mousses de l'Est</b>	Aulnaie	10,6	0,8	0,1
	Cours d'eau intermittent	8,7	45,3	3,9
	Cours d'eau permanent	13,3	20,5	2,7
	Dénudé humide	10,4	9,6	1,0
	Grand lac	9,8	10,1	1,0
	Petit lac et étang	19,3	11,2	2,2
	Rivière	12,9	2,4	0,3

a) Les classes de drainage *imparfait* (4), *mauvais* (5) et *très mauvais* (6) sont considérées comme fragiles aux perturbations physiques.

La proportion des bandes potentiellement fragiles pour chacun des types de milieux riverains ou humides des SDBC est à l'image de la situation globale du territoire. Certains types de milieux riverains ou humides peuvent cependant comporter une portion de milieux fragiles notablement plus importante. C'est le cas, par exemple, des dénudés humides dans l'érablière à tilleul de l'Est, où 80 % des bandes qui y sont associées sont fragiles. La situation est comparable, mais dans une moindre mesure, pour les dénudés humides de la sapinière à bouleau jaune. Dans l'érablière à bouleau jaune de l'Ouest, près de la moitié des bandes associées aux rivières et aux petits lacs et étangs s'avèrent fragiles, alors que moins de 20 % des bandes associées aux autres types de milieux sont dans la même situation. Pour faire un portrait réaliste de la situation, il est toutefois nécessaire de pondérer le pourcentage de fragilité des types de milieux riverains ou humides au sein des SDBC par leur importance en superficie dans ces entités. Ainsi, pour cinq des neuf SDBC, les bandes fragiles associées aux cours d'eau intermittents arrivent en première position quant à leur proportion de la surface totale des bandes (érablière à bouleau jaune de l'Ouest : 5,1 %; sapinière à bouleau jaune de l'Ouest : 9,7 %; sapinière à bouleau jaune de l'Est : 9,6 %; pessière à mousses de l'Ouest : 20,2 %; pessière à mousses de l'Est : 3,9 %). Dans les autres SDBC, ce type de milieu arrive en deuxième (3 SDBC) ou troisième position (1 SDBC) mais jamais très loin derrière (tableau 23). Dans la sapinière à bouleau blanc et la pessière à mousses, la partie ouest comporte par ailleurs une portion importante de leurs bandes sensibles associées aux dénudés humides.

En ce qui concerne la pente des bandes riveraines, le relief de celles-ci est à l'image du relief général des SDBC. La figure 6 illustre la répartition de la superficie des bandes en fonction de leur classe de pente. La sapinière à bouleau blanc de l'Ouest et la pessière à mousses de l'Ouest sont les sous-domaines qui présentent les plus importantes superficies avec pentes nulles ou faibles, plus de 80 % de la superficie des bandes appartenant à ces classes. À l'opposé, la sapinière à bouleau jaune de l'Est, la sapinière à bouleau blanc de l'Est et la pessière à mousses de l'Est présentent des proportions relativement importantes de pentes fortes, alors qu'on observe 9 %, 14 % et 12 % respectivement de la superficie totale des bandes avec des pentes de plus de 30 %. Ces SDBC sont aussi ceux où l'on rencontre la plus grande proportion de zones inaccessibles pour l'aménagement forestier (figure 6). En général, dans la pessière à mousses et les sapinières à bouleau jaune et à bouleau blanc, la portion est présente une variété de classes de pente plus grande que la portion ouest. L'est est caractérisé par une certaine portion de bandes en pente forte (plus de 5 % des bandes avec une pente de plus de 40 %), alors que dans l'ouest, les terrains plats dominent (plus de 50 % des bandes avec une pente inférieure à 4 %).

En résumé, la fragilité potentielle des bandes riveraines en lien avec leur drainage varie beaucoup sur le territoire. La partie ouest des domaines de la pessière à mousses, de la sapinière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau blanc sont notablement plus fragiles. Pour ces territoires, une portion importante des bandes riveraines fragiles est associée aux aulnaies et aux dénudés humides. Les domaines de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune présentent, quant à eux, des valeurs intermédiaires entre les extrêmes que sont la pessière à mousses de l'Est (11,2 % du total des bandes considérées comme fragiles) et la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (69,7 %). Fait à souligner, les bandes associées aux cours d'eau intermittents comptent toujours pour une part importante de la superficie totale des bandes fragiles en raison de leur mauvais drainage, et ce, dans tous les SDBC. Cette situation est préoccupante si l'on considère, d'une part, l'imprécision de leur cartographie et, d'autre part, les modalités actuelles de protection qui permettent de s'approcher jusqu'à 5 m du cours d'eau

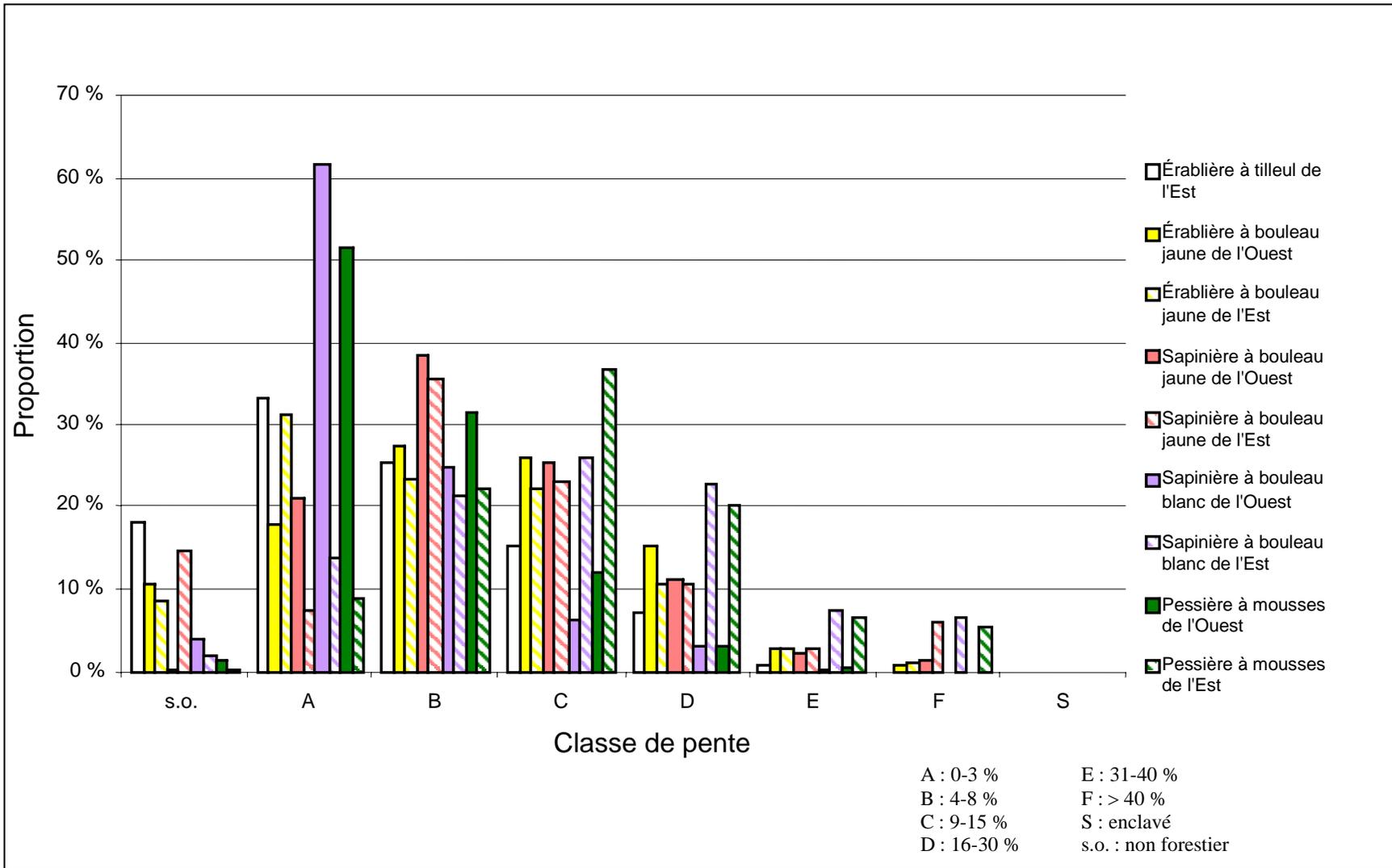


Figure 6 Proportions de la superficie des bandes riveraines par classe de pente dans les SDBC

avec la machinerie lourde, donc de pénétrer de plusieurs mètres à l'intérieur d'un secteur fragile à l'orniérage. Rappelons que notre analyse géomatique a attribué une bande de 20 m aux ruisseaux intermittents. Dans une étude récente réalisée sur l'orniérage dans les parterres de coupe par Grondin et autres (2005), un des objectifs était de mettre en lumière les conditions du milieu qui sont associées à ce type de perturbation. Les auteurs soulignent que la proximité d'un ruisseau intermittent était la variable explicative la plus fortement corrélée avec la présence d'ornières éparses dans les secteurs coupés.

En ce qui a trait à la pente des bandes riveraines, le gradient ouest-est est ici également assez évident, particulièrement pour la pessière à mousses et les sapinières à bouleau jaune et à bouleau blanc. Le relief relativement plat de l'ouest devient graduellement plus accidenté à mesure qu'on progresse vers l'est. Pour la pessière à mousses et les sapinières à bouleau jaune et à bouleau blanc, la partie ouest présente une prépondérance de pentes nulles ou faibles, avec globalement plus de 50 % de la superficie des bandes ayant une pente inférieure à 4 %. Quant à la partie est, elle possède les plus grandes valeurs de pentes fortes, plus de 5 % de la superficie étant en zones inaccessibles (pente > 40 %).

## 2.4 Protection accordée à l'hydrographie linéaire en situation opérationnelle sur le territoire

Le tableau 24 présente les caractéristiques tirées de l'analyse des 14 zones d'agglomération de coupes. L'information cartographique relative à la localisation des parterres de coupe est obtenue via le processus de la comptabilité forestière (cartographie des interventions d'aménagement forestier), par interprétation de photos aériennes à l'échelle de 1/15 000 prises annuellement, généralement dans l'année qui suit la coupe ou l'intervention. Cette information est reportée sur la cartographie écoforestière. Le niveau de définition de la localisation des coupes est beaucoup plus précis que celui des limites fixées à la photo-interprétation des polygones forestiers lors de la réalisation des cartes (4 ou 8 ha minimum selon les conditions) et permet de distinguer clairement les bandes de protection, les séparateurs de coupes et les petits polygones de forêt résiduelle, d'une superficie parfois bien inférieure à l'hectare. La superposition de la cartographie à des images satellitaires récentes (Landsat TM) a révélé une très forte concordance entre les deux médias.

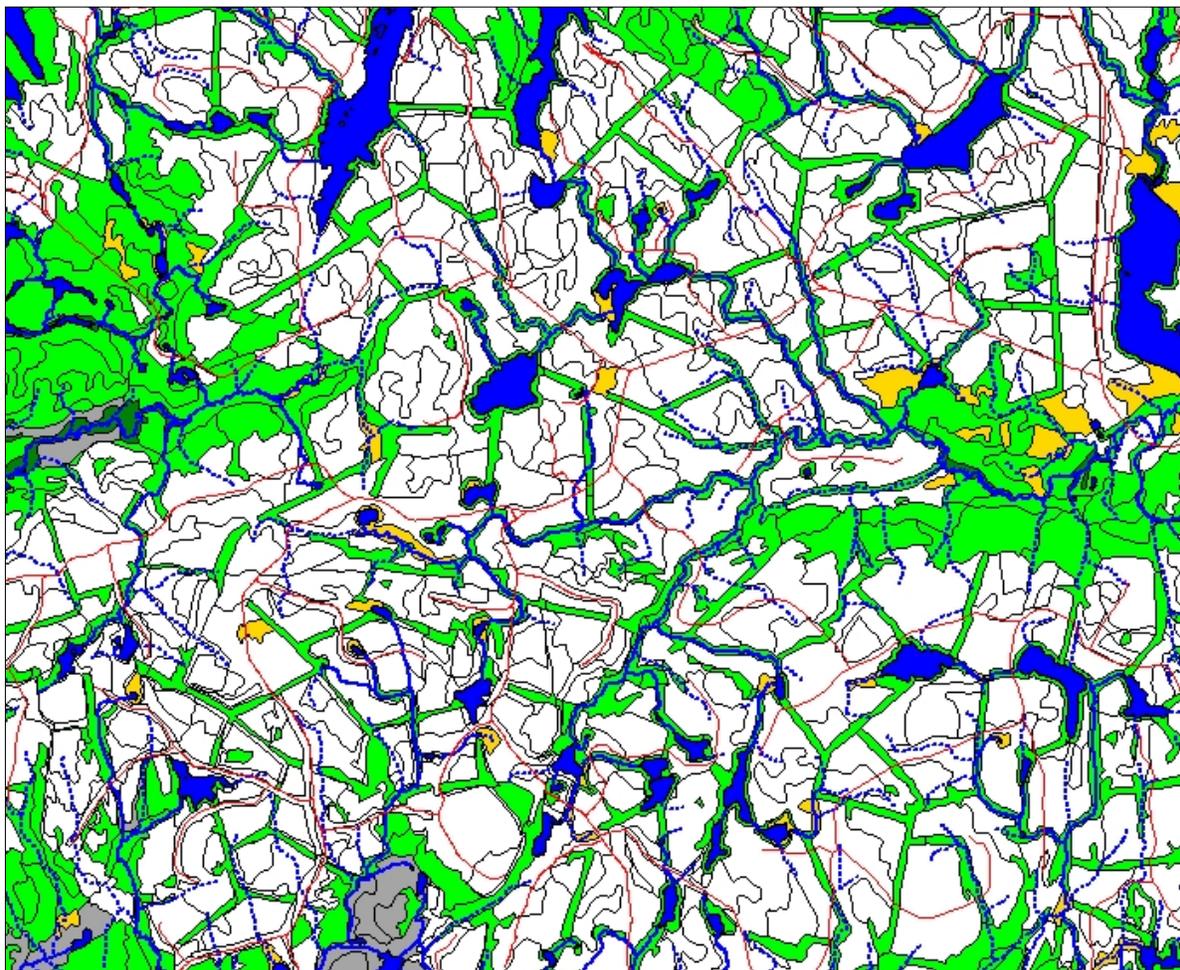
La figure 7 illustre une partie d'un des secteurs analysés où on peut observer les parterres de coupe (blanc), les séparateurs et les blocs de forêt résiduelle (vert), l'hydrographie linéaire permanente et l'hydrographie linéaire intermittente (bleu continu et pointillé) de même que les chemins d'extraction (rouge). La taille des zones d'agglomération ayant servi à l'analyse variait de 66 à 187 km<sup>2</sup> (moyenne de 136 km<sup>2</sup>). Globalement, 1 900 km<sup>2</sup> d'aires de coupes intensives ont été analysées. Afin d'éviter des erreurs dans le calcul de la proportion du territoire récoltée, les aires analysées ont été soigneusement délimitées pour éviter que des péninsules de forêt résiduelle ou des superficies aquatiques importantes soient incorporées sur le pourtour.

**Tableau 24 Caractéristiques générales des aires d'agglomération de coupes récentes étudiées et protection<sup>a</sup> accordée à l'hydrographie linéaire cartographiée lors de la coupe**

Feuillet cartographique	Superficie de la zone analysée (km <sup>2</sup> )	% de la superficie productive récoltée	Longueur totale de l'hydrographie linéaire (km)	% des cours d'eau intermittents	% des cours d'eau permanents	Ruisseaux intermittents			Ruisseaux permanents		
						% <sup>b</sup> de la longueur associée au terrain improductif	% de la longueur associée à la forêt productive	% de la longueur associée à la coupe	% de la longueur associée au terrain improductif	% de la longueur associée à la forêt productive	% de la longueur associée à la coupe
22E15SE	170	75,2	396	76,2	23,8	4,3	29,6	66,1	26,4	46,7	26,9
22F11NE	182	72,1	364	72,9	27,1	4,5	25,4	70,1	23,7	51,4	24,9
22F14SO	182	76,0	272	69,9	30,1	5,4	30,9	63,7	17,0	70,9	12,2
22K04NE	136	76,7	255	59,4	40,6	4,2	31,0	64,7	10,3	75,6	14,2
22L02SE	119	77,5	234	62,2	37,8	5,3	31,4	63,2	15,9	48,6	35,6
22L04NO	66	56,4	129	60,6	39,4	2,0	59,6	38,4	7,5	90,5	2,0
32B07NO	114	67,7	151	68,5	31,5	7,1	65,0	28,0	29,9	65,8	4,4
32C16NE	110	75,4	223	73,7	26,3	8,0	27,4	64,6	29,2	60,3	10,5
32G03SO	120	77,6	170	73,2	26,8	18,0	45,1	36,9	52,8	41,2	6,0
32G04SE	98	66,0	98	56,0	44,0	15,7	53,3	31,0	54,7	42,1	3,3
32G06SO	165	76,3	168	75,1	24,9	21,2	53,4	25,4	50,6	42,0	7,4
32G08SE	71	85,3	95	68,1	31,9	17,5	19,7	62,8	53,9	32,0	14,1
32H11NO	182	70,8	273	71,2	28,8	6,5	53,7	39,9	17,4	70,7	11,9
32I04NE	187	81,2	421	58,9	41,1	25,2	17,2	57,6	48,3	34,3	17,5
<b>Total</b>	<b>1 902</b>		<b>3 248</b>								
Moyenne	136	73,9	232	67,6	32,4	10,3	38,8	50,9	31,2	55,1	13,6
Écart type	42	7,1	106	6,8	6,8	7,5	15,7	16,5	17,4	17,4	9,8
Minimum	66	56,4	95	56,0	23,8	2,0	17,2	25,4	7,5	32,0	2,0
Maximum	187	85,3	421	76,2	44,0	25,2	65,0	70,1	54,7	90,5	35,6

a) La longueur de cours d'eau associée à la forêt productive est considérée comme « protégée » aux fins de la présente analyse.

b) La proportion de la longueur totale de l'hydrographie linéaire associée au terrain improductif correspond aux tronçons traversant des aulnaies, des dénudés humides et des dénudés secs; la portion associée à la coupe est localisée dans la coupe totale (CT et CPRS); la portion associée à la forêt se situe en forêt commerciale, dans des bandes de protection riveraines ou des blocs forestiers adjacents à l'hydrographie linéaire.



**Figure 7** Partie d'un secteur utilisé pour l'analyse de l'hydrographie dans les coupes récentes (22K04NE)

Les zones analysées étaient toutes situées en forêt boréale, à proximité de ce qu'on pourrait qualifier de « front de coupes », un territoire localisé à la limite nord de la progression des coupes forestières. Toutes les zones sauf deux étaient dans le domaine de la pessière à mousses, grossièrement entre les latitudes 48° 30' et 50° 30' (figure 3). Les coupes ont été faites à différents moments entre 1986 et 2002, une période qui correspond à trois cadres différents d'intervention, soit la période antérieure au RNI, la première version du règlement (1988) et l'actuelle version (1996). La grande majorité des coupes sont cependant postérieures à 1990. Lors de la période couverte par le RNI, la règle de protection des milieux aquatiques est demeurée la même, soit le maintien d'une bande forestière de 20 m au-delà de l'écotone riverain, avec possibilité d'une récolte partielle.

Indépendamment des particularités du terrain, une évolution dans la configuration spatiale des mosaïques de coupes est clairement perceptible entre les différentes zones analysées, notamment en ce qui a trait à l'importance et à la répartition de la forêt résiduelle après coupe. Par exemple, certaines zones comportent des « îlots à originaux » de la première version du RNI (22F11NE; 22F14SO), et une des zones est constituée de ce qu'on pourrait qualifier d'ancêtre des actuelles CMO (22L04NO). Même si la règle de protection des milieux riverains n'a pas changé entre les versions du RNI, l'influence indirecte de la réduction de la taille

maximale des parterres, le maintien quasi systématique de la taille des parterres sous les 100 ha pour éviter l'utilisation de séparateurs de coupes larges (100 m) pour les coupes les plus récentes et, finalement, l'utilisation grandissante des bandes riveraines élargies (30 m) comme séparateurs de coupes ont contribué à faire évoluer l'apparence des mosaïques forestières.

Les zones analysées étaient toutes intensivement récoltées. Trois seulement étaient sous la barre des 70 % de récolte de la superficie productive, l'une d'elles correspondant plus ou moins à une CMO. En moyenne, les coupes constituaient 74 % (56 % à 85 %) de la superficie productive des 14 zones analysées, et la forêt résiduelle, sous une forme ou une autre, occupait globalement 26 % (15 % à 44 %). Ces derniers pourcentages sont inférieurs à ceux obtenus par Bertrand et Potvin (2002) lors de l'étude de 21 grandes aires d'intervention récentes du nord du lac Saint-Jean (10 à 256 km<sup>2</sup>), alors que la forêt résiduelle couvrait en moyenne 31 % (18 % à 40 %) de la superficie productive des aires d'intervention.

Concernant la densité du réseau hydrographique linéaire, l'analyse des 30 feuillets du chapitre 1 avait révélé un rapport moyen de 1,61 km de longueur (hydrographie totale) par km<sup>2</sup> de superficie terrestre. Pour la totalité du territoire des 14 aires d'agglomération de coupes, ce rapport est de 1,71 km/km<sup>2</sup>, soit une densité de réseau légèrement supérieure. La proportion de la longueur totale de cours d'eau linéaires classés intermittents est également du même ordre, quoique légèrement supérieure (68 % vs 62 %).

Lors de l'analyse, tous les tronçons de cours d'eau linéaires ont été associés à l'un des trois environnements suivants selon l'endroit où ils coulent : 1) coupes récentes (sections de ruisseaux traversant des coupes récentes); 2) territoires improductifs (sections traversant soit une aulnaie [marécage arbustif], un dénudé humide [fen riverain] ou un dénudé sec, des situations qui sont relativement fréquentes sur le territoire); 3) forêt mature (forêt principalement constituée de bandes de protection riveraines et de blocs de forêt résiduelle). L'exercice a été fait séparément pour les cours d'eau classés intermittents et les cours d'eau classés permanents afin de tenter de préciser la fraction des ruisseaux intermittents « protégés » lors des opérations (ruisseaux qui s'avèrent permanents après examen sur le terrain). Rappelons qu'en vertu du RNI, seuls les ruisseaux permanents bénéficient d'une bande de protection. L'analyse a également été faite sur la base de l'hydrographie linéaire globale (cours d'eau intermittents plus cours d'eau permanents).

La fraction des ruisseaux associés au terrain improductif n'est pas touchée par l'aménagement, et en vertu du RNI, la bande de protection doit être localisée au-delà, en bordure du milieu forestier. L'examen des cartes révèle que la présence de bandes de protection en bordure des écotones et des tourbières à mare a été relativement bien respectée pour les secteurs d'intervention les plus récents, mais la situation est très variable selon les secteurs et l'âge des coupes.

En moyenne, 10 % de la longueur totale des cours d'eau intermittents et 31 % de la longueur totale des permanents étaient associés à des zones improductives (tableau 24). Fait révélateur, 39 % en moyenne de la longueur totale des cours d'eau classés intermittents se retrouvaient en milieu forestier, associés à des bandes riveraines ou des blocs résiduels. Cette fraction « théoriquement protégée » était cependant passablement variable selon les secteurs, allant de 17 % à 65 % de la longueur totale des ruisseaux intermittents. Pour les cours d'eau linéaires permanents, 55 % en moyenne de la longueur totale se retrouvaient en forêt, 31 % en terrain improductif et près de 14 % en zone récoltée. Ce dernier pourcentage s'explique en partie par la présence relativement marginale, dans certaines zones, de coupes faites antérieurement à l'instauration du RNI. Ces secteurs n'ont pas été exclus *a priori* de l'analyse en raison des

difficultés découlant de l'entremêlement des années de récolte dans plusieurs zones d'agglomération de coupes. Par ailleurs, étant donné que les règles d'intervention ont évolué à deux reprises au cours de la période de réalisation des coupes sur ces territoires, le degré de protection ne devrait pas être utilisé comme une forme d'évaluation de la performance à protéger les milieux riverains.

Si on examine maintenant la situation par rapport à l'ensemble du réseau hydrographique linéaire, 24 % de la longueur totale est constituée de ruisseaux classés intermittents qui se trouvent en forêt (bandes et blocs résiduels), dont une bonne partie est localisée dans des bandes de protection, probablement planifiées après qu'on ait jugé permanents ces cours d'eau lors de l'inspection sur le terrain. Globalement, 16 % de l'hydrographie est associée à des zones improductives, 41 % à la forêt, dans des bandes de protection ou autres blocs résiduels, et 43 % à des coupes, dont un peu plus de 5 % pour les cours d'eau classés permanents.

Les proportions de longueur des ruisseaux intermittents associés au terrain improductif et à la forêt productive totalisent ensemble environ la moitié (49,1 %) de la longueur totale de ce groupe (tableau 24), l'autre moitié se retrouvant dans des coupes. Une portion importante des 39 % de ruisseaux classés intermittents qui se retrouvent en forêt est donc vraisemblablement constituée de cours d'eau permanents. Cette fraction « protégée » associée à la forêt doit cependant être interprétée avec prudence. L'examen des cartes révèle en effet qu'une certaine portion de cette longueur est constituée de segments qui traversent plus ou moins perpendiculairement des séparateurs de coupes ou des blocs de forêt résiduelle et qui ne sont pas dans l'axe d'une bande de protection (figure 7). On peut supposer dans ces cas que la protection n'a pas été sciemment planifiée. L'autre moitié des segments associés aux coupes est vraisemblablement constituée de véritables cours d'eau intermittents, pour lesquels il n'est pas nécessaire de laisser de bande de protection lors des opérations. Il est par ailleurs probable qu'une partie des 10 % de cours d'eau intermittents associés aux zones improductives soit en réalité constituée de cours d'eau permanents.

Comme le soulignent Lee et Barker (2005), à l'heure actuelle, il ne semble pas exister, dans la littérature, d'études sur l'évaluation de l'écart de superficie entre une planification cartographique théorique des bandes de protection riveraines et le résultat de son application sur le territoire, en fonction des conditions du terrain. Ces deux auteurs ont documenté cet aspect dans le cadre d'une étude de l'impact de différents scénarios de protection des milieux riverains sur la disponibilité des forêts anciennes, dans un secteur forestier de l'Alberta. Un des scénarios modélisés consistait à retenir comme valeurs les résultats de l'application ajustée au terrain d'un des scénarios cartographiques, permettant ainsi l'évaluation de l'écart entre les deux. Les auteurs rapportent que l'application sur le terrain a requis une superficie de zones de protection trois fois plus importante que celle prévue dans la planification originale (9,8 % vs 3,3 % du territoire), et ce, en raison de l'imprécision de l'hydrographie sur la carte et également d'informations manquantes sur la topographie des rives. Lors de cette étude, des planificateurs expérimentés ont estimé qu'environ la moitié des ruisseaux intermittents cartographiés étaient en réalité de petits cours d'eau permanents, ce qui concorde avec la proportion que nous avons estimée pour les 14 zones d'analyse (de l'ordre de 40 % et plus). Ce pourcentage pourrait servir de facteur de correction afin d'ajuster la planification cartographique des bandes riveraines en vue d'obtenir une évaluation plus réaliste des superficies réellement requises sur le terrain pour protéger les petits cours d'eau.



## Conclusion et suites

La présente étude demeure très sommaire, tant sur le plan du territoire couvert que sur celui des analyses réalisées. Bien que les types de milieux forestiers riverains et humides utilisés pour les analyses soient élémentaires, ils font tout de même bien ressortir la grande variabilité des conditions biophysiques de ces milieux à l'échelle du Québec. Le manque de ressources n'a malheureusement pas permis de pousser les analyses sur la base de classifications des milieux plus élaborées, telles que présentées au début (Rempel et autres, 1997; Breton et autres, 2005; Ménard et autres, 2006). L'utilisation d'une classification plus raffinée aurait probablement été de nature à mieux faire ressortir les particularités régionales et les milieux possédant une plus grande valeur de conservation. Par ailleurs, l'importance et la fragilité des milieux associés aux cours d'eau intermittents méritent qu'on s'interroge sur nos façons d'opérer à proximité de ceux-ci et également qu'on explore des pistes d'amélioration quant à leur localisation et à leur classement cartographique. Les récents développements de la géomatique et de l'imagerie satellitaire ainsi que la disponibilité de la cartographie écoforestière pour l'ensemble du territoire sous aménagement constituent des atouts importants qu'il faut absolument exploiter rapidement pour améliorer la situation sur cet aspect.

Les points suivants devraient faire l'objet de travaux d'évaluation ou d'analyse :

- Tenter d'améliorer la classification cartographique des ruisseaux intermittents, en explorant dans un premier temps, à l'aide de la géomatique, l'influence des variables *longueur de tronçon* et *superficie de bassin* sur le classement des tronçons, pour des territoires très récemment récoltés en conformité avec le RNI. Pour pallier l'imprécision de la cartographie, l'utilisation en stéréoscopie de photographies aériennes à grande échelle lors de la planification des opérations est aussi une voie à explorer;
- Lorsque la chose est possible lors de la planification, utiliser préférentiellement comme séparateurs de coupes des bandes riveraines élargies sur des ruisseaux intermittents afin d'augmenter le degré de protection de ces milieux;
- Évaluer la possibilité de mettre au point une méthode permettant de fixer et de destiner à la protection des milieux riverains et humides une proportion donnée de territoire forestier d'une zone d'aménagement, lors de la planification. Cette proportion de forêt vouée à la protection devrait être basée sur les caractéristiques biophysiques de l'hydrographie et des milieux riverains et humides du territoire, et devrait être harmonisée avec les différentes règles de protection et de planification en vigueur;
- Mettre au point une grille simple d'identification et de classification des milieux forestiers riverains et humides, utilisable aux étapes de la planification forestière et de la vérification sur le terrain. Cette grille permettrait de mieux discriminer les ruisseaux intermittents et les ruisseaux permanents et de mieux encadrer l'attribution sur le territoire des superficies forestières vouées à la protection des milieux riverains et humides;
- Pour dégager une marge de manœuvre permettant d'ajouter, au besoin, de la superficie forestière à certaines sections particulières de bandes de protection riveraines, sans toutefois augmenter la fraction de forêt résiduelle du territoire après coupe par rapport au *statu quo*, évaluer la possibilité, pour certains types de milieux riverains ou humides, de tracer les bandes de protection directement à partir des rives et non de l'écotone afin d'y inclure des milieux non forestiers.



## Annexe A Liste des strates de composition contenues dans les groupes synthèses d'analyse du couvert forestier

### Autres feuillus :

FH FNC FX

### Autres résineux :

CC CE CME CPB CPG CPR CPU CS MEC MEE MEG MEME MEPB MEPG MEPR  
MEPU MES PBC PBE PBG PBME PBPB PBPG PBPR BPU PBS PRC PRE PRME  
PRPB PRPG PRPR PRPU PRS PUC PUE PUME PUPB PUPG PUPR PUPU PUS RC  
RME RPB RPR RPU RX

### Feuillus intolérants :

BB BB1 BBBB BBPE FI FIBB FIPE PE PE1 PEBB PEPE

### Feuillus tolérants :

BJ CH EO ER ERBB ERBJ ERCH ERER ERFI ERFT ERPE FT

### Mélangé à dominance feuillue :

BB1E BB1G BB1PB BB1PG BB1PR BB1R BB1S BBBBE BBBBG BBBBPB BBBBPG  
BBBBPR BBBBR BBBBS BBE BBPB BBPEE BBPEG BBPEPB BBPEPG BBPEPR  
BBPER BBPES BBPG BBPR BBR BBS BJ+C BJ+PB BJ+PR BJ+PU BJ+R BJ-C BJ-PB  
BJ-PR BJ-PU BJ-R BJS EOR ERR FHR FIBBE FIBBPB FIBBPG FIBBPR FIBBR FIBBS  
FIE FIPB FIPEE FIPEPB FIPEPG FIPEPR FIPER FIPES FIPG FIPR FIR FIS FTPB  
FTPR FTR MF PE1E PE1G PE1PB PE1PG PE1PR PE1R PE1S PEBBE PEBBG  
PEBBPB PEBBPG PEBBPR PEBBR PEBBS PEE PEPB PEPEE PEPEG PEPEPB  
PEPEPG PEPEPR PEPER PEPES PEPG PEPR PER PES

### Mélangé à dominance résineuse :

CBJ+ CBJ- EBB EFI EPE GBB GFI GPE MR MX PB+BB PB+BJ PB+FI PB+FT PB+PE  
PB-BB PB-BJ PB-FI PB-FT PB-PE PGBB PGFI PGPE PR+BB PR+BJ PR+FI PR+FT  
PR+PE PR-BB PR-BJ PR-FI PR-FT PR-PE PUBJ+ PUBJ- RBB RBJ+ RBJ- REO RER  
RFH RFI RFT RPE SBB SBJ SFI SPE

### Pessière :

EC EE EEC EG EME EPB EPG EPR EPU ES GE GG GME GS RE RG

### Pinède grise :

PGC PGE PGME PGPB PGPG PGPR PGPU PGS RPG

### Sapinière :

RS SC SE SG SME SPB SPG SPR SPU SS



## Annexe B Principales caractéristiques des classes du système de classification des terres humides du Canada<sup>1</sup>

### Le bog

Les principales caractéristiques du bog sont les suivantes :

- accumulation de tourbe;
- surface au-dessus du terrain avoisinant ou au même niveau;
- nappe phréatique au même niveau ou un peu en dessous de la surface;
- milieu ombrogène (dont l'eau provient exclusivement des précipitations);
- tourbe composée de sphaigne moyennement décomposée et de restes ligneux d'arbustes;
- tapis végétal dominé très fréquemment par des mousses de sphaigne avec arbres ou arbustes, ou encore sans arbres.

Il s'agit, en résumé, de sites généralement peu productifs où dominent sphaignes et éricacées. Ces milieux ne sont pas en lien direct avec le réseau de drainage et adoptent typiquement la forme d'une cuvette, qui peut avec le temps devenir bombée sous l'effet de l'accumulation de tourbe. La présence d'arbustes et d'arbres peut être très variable selon les caractéristiques locales. Le sol est de nature organique et sa profondeur peut parfois atteindre plusieurs mètres.

### Le fen

Les principales caractéristiques du fen sont :

- accumulation de tourbe;
- surface au même niveau que la nappe phréatique, avec circulation d'eau en surface et en sous-surface;
- nappe phréatique fluctuante, en surface ou à quelques centimètres au-dessus ou au-dessous;
- milieu minérogène (dont l'eau provient à la fois des précipitations et d'un écoulement latéral depuis la terre émergée ou de la nappe en contact avec le substrat minéral);
- tourbe décomposée constituée de *Carex* ou de mousses brunes;
- tapis végétal caractéristique de type graminéoïde et arbustif.

Les fens peuvent présenter toute une gamme de niveau de productivité en fonction de la profondeur de la nappe et de la chimie des eaux. Les fens sont caractérisés par une végétation dominée par les mousses brunes, les *Carex* et des arbustes d'essences forestières.

### Le marécage

Voici les principales caractéristiques du marécage :

- tourbière et terre minérale;
- nappe phréatique au niveau de la surface ou au-dessus d'elle;
- milieu minérogène;
- tourbe ligneuse et matière organique très décomposée;
- arbres conifériens ou décidus, ou encore tapis végétal de grands arbustes.

---

1. Source : Warner et Rubec, 1997

Ce type sert à nommer les terres humides et les tourbières boisées. La présence de grands arbustes ou d'arbres est caractéristique du marécage. Selon son degré d'humidité, le marécage pourra se fusionner au bog ou au fen boisés, qui sont des milieux plus humides, ou encore à la forêt avoisinante, dans ses parties les plus sèches.

### **Le marais**

Les principales caractéristiques du marais sont :

- terre humide minérale;
- surface d'eau peu profonde qui peut varier de façon plus ou moins régulière et de manière parfois impressionnante;
- milieu minérogène;
- petite accumulation de matière organique et de tourbe à plantes aquatiques;
- macrophytes aquatiques, en grande partie des joncs, des roseaux, des graminées et des *Carex*, et certains macrophytes aquatiques flottants.

Le marais peut prendre de nombreuses formes. Ce type comporte, entre autres, les zones estuariennes de marée, les basses-terres aux alentours de lacs et de rivières, les cônes alluvionnaires et les deltas. Tout comme le marécage, le marais peut présenter un gradient végétal qui est fonction de la profondeur, des fluctuations et de la chimie des eaux.

## Bibliographie

- ANDREN, H., 1994. « Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat : A review », *Oikos*, vol. 71, p. 355-366 ».
- BERTRAND, N., 2003. *La protection des milieux riverains dans le contexte de la coupe forestière : état de la situation sur le plan cartographique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier, 4 p.
- BERTRAND, N. et F. POTVIN, 2002. *Utilisation par la faune de la forêt résiduelle dans de grandes aires de coupe : synthèse d'une étude de trois ans réalisée au Saguenay-Lac-Saint-Jean*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, 98 p.
- BREN, L. J., 1995. « Aspects of the geometry of riparian buffer strips and its significance to forestry operations », *Forest Ecology and Management*, vol. 75, p. 1-10.
- BRETON, M.-N., M. DARVEAU et J. BEAULIEU, 2005. *Développement d'une méthode de classification automatisée des milieux humides et des milieux riverains en forêt boréale*, Canards Illimités – Québec, 25 pages (Rapport technique; Q2005-1).
- BUREAU DE LA CONVENTION DE RAMSAR, 1997. *Convention sur les zones humides : définition de « zone humide » au sens de la Convention de Ramsar et Système de classification des types de zones humides*, [En ligne], Bureau de la Convention de Ramsar, [[www.ramsar.org/ris/key\\_ris\\_types\\_f.htm](http://www.ramsar.org/ris/key_ris_types_f.htm)].
- BUTEAU, P., N. DIGNARD et P. GRONDIN, 1994. *Système de classification des milieux humides du Québec*, ministère des Ressources naturelles du Québec et ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, 25 p.
- CHRISTIAN, C. S. et G. A. STEWART 1968. « Methodology of Integrated Surveys », *Aerial Surveys and Integrated Studies : Proceedings of the Toulouse Conference = Exploration aérienne et études intégrées : actes de la conférence de Toulouse*, [En ligne], UNESCO, [[unesdoc.unesco.org/images/0006/000674/067440mo.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0006/000674/067440mo.pdf)].
- COUILLARD, L. et P. GRONDIN, 1986. *La végétation des milieux humides du Québec*, Les Publications du Québec, 399 p.
- COWARDIN, L. M., V. CARTER, F. C. GOLET et E. T. LAROE, 1979. *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*, Washington, U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 79 p.
- DARVEAU, M., L. BÉLANGER et J. HUOT, 1999. *Étude sur la faune et les lisières boisées riveraines : synthèse des résultats 1988-1996 et recommandations d'aménagement*, [En ligne], Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Centre de recherche en biologie forestière, [[www.sbf.ulaval.ca/darveaum/Selection%20rapports%20PDF/rapport-bandes-riveraines1999.pdf](http://www.sbf.ulaval.ca/darveaum/Selection%20rapports%20PDF/rapport-bandes-riveraines1999.pdf)].

- GRONDIN, P., J. NOËL et A. SCHREIBER, 2005. *Analyse des relations entre les ornières et les variables écologiques dans la portion sud de la forêt boréale québécoise*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière et Direction de l'environnement forestier, 58 p.
- HAGAN, J. M., S. PEALER et A. A. WHITMAN, 2006. « Do small headwater streams have a riparian zone defined by plant communities? », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, n° 9, p. 2131-2140.
- HANOWSKI, J. M., P. T. WOLTER et G. J. NIEMI. 2002. « Effects of prescriptive riparian buffers on landscape characteristics in Northern Minnesota, USA », *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 38, p. 633-639.
- HUOT, J. et D. VANDAL, 1988. « Le rôle de la végétation riveraine comme habitat faunique », *Actes du colloque sur l'utilisation polyvalente de la forêt : 54<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS*, p. 147-161.
- JEGLUM, J. K., A. N. BOISSONNEAU et V. F. HAAVISTO, 1974. *Towards a wetland classification for Ontario*, Sault Ste. Marie, Environment Canada, Canadian Forestry Service (Information Report; O-X-215).
- 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*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.
- LEE, P., et T. BARKER, 2005. « Impact of riparian buffer guidelines on old growth in western boreal forests of Canada », *Forestry*, vol. 78, n° 3, p. 263-278.
- MACDONALD, J. S., E. A. MACISAAC et H. E. HERUNTER, 2003. « The effect of variable-retention riparian buffer zones on water temperatures in small headwater streams in sub-boreal forest ecosystems of British Columbia », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 33, n° 8, p. 1371-1382.
- MÉNARD, S., M. DARVEAU, L. IMBEAU et L.-V. LEMELIN, 2006. *Méthode de classification des milieux humides du Québec boréal à partir de la carte écoforestière du 3<sup>e</sup> inventaire décennal*, Canards Illimités – Québec, 19 p. (Rapport technique; Q2006-3).
- MILLAR, J. B., 1976. *Wetland classification in western Canada : A guide to marshes and shallow open water wetlands in the grasslands and parklands of the Prairies Provinces*, Ottawa, Environment Canada, Canadian Wildlife Service (Report Series; 37).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), 2004. *Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (OPMV) - Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012 : document de mise en œuvre*, Québec, gouvernement du Québec, 47 p.

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), 2003. *Normes de cartographie écoforestière : troisième inventaire écoforestier*, Québec, gouvernement du Québec, Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers, 95 p.
- MUSY, A., 2005. *Hydrologie générale*, Lausanne, École polytechnique fédérale de Lausanne, Institut des sciences et technologies de l'environnement.
- REMPEL, R. S., K. F. ABRAHAM, T. R. GADAWSKI, S. GABOR et R. K. ROSS, 1997. « A simple wetland habitat classification for boreal forest waterfowl », *Journal of Wildlife Management*, vol. 61, p. 746-757.
- RENÖFÄLT, B. M., C. NILSSON et R. JANSSON, 2005. « Spatial and temporal patterns of species richness in a riparian landscape », *Journal of Biogeography*, vol. 32, p. 2025-2037.
- ROBITAILLE, A. et J.-P. SAUCIER, 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*, Les Publications du Québec, 213 p.
- RUNKA, G. G. et T. LEWIS, 1981. *Preliminary wetlands manager manual, Cariboo Resource Management Region*, Victoria, British Columbia Ministry of Environment, Assessment and Planning Division, 112 pages (APO Technical Paper; 5).
- SAUCIER, J.-P., J.-F. BERGERON, P. GRONDIN et A. ROBITAILLE, 1998. « Les régions écologiques du Québec méridional (3<sup>e</sup> version) : un des éléments du système hiérarchique de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec », supplément de *L'Aubelle*, février-mars, 12 p.
- SHIRLEY, S., 2004. « The influence of habitat diversity and structure on bird use of riparian buffer strips in coastal forests of British Columbia, Canada », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, n<sup>o</sup> 7, p. 1499-1510.
- STRAHLER, A. N., 1952. « Dynamic basis of geomorphology », *Geological Society of America Bulletin*, vol. 63, p. 923-938.
- TINER, R. W., 1999. *Wetland indicators : A guide to wetland identification, delineation, classification and mapping*, New York, Lewis Publisher, 392 p.
- WARNER, B. G. et C. D. A. RUBEC, ed. 1997. *Système de classification des terres humides du Canada*, Groupe de travail national sur les terres humides, Centre de recherche sur les terres humides, Université de Waterloo, ON, 68 p.
- WELCH, D. M., 1978. *Land/water classification : A review of water classifications and proposals for water integration into ecological land classification*, Ottawa, Environment Canada, Land Directorate, 54 pages (Ecological Land Classification Series; 5).



**Ressources naturelles  
et Faune**

**Québec** 