

2012

Étude sur la capacité de
séquestration d'une bande
riveraine naturelle



Anouck Landry

Organisme de bassins versants

Manicouagan

27/07/2012

Équipe de Travail :

Anouck Landry, Stagiaire/Chargée de projet Bande riveraine (Recherche, rédaction)

Normand Bissonnette, Directeur général (Révision)

Vicky Perreault, Chargée de Projet Plan d'action (Terrain)

Laurent Dubuc, Technicien (Terrain et programme informatique)

Anne Michaud, Secrétaire administrative (Révision)

Benoit Chamiot-Clerc, Stagiaire/Technicien (Terrain, recherche)

Définitions

Aboveground C reservoir	Biomasse dans la partie vivante de l'arbre au-dessus du niveau du sol (branches et feuillage) - Biomasse foliaire -
Belowground C reservoir	Biomasse du système racinaire du plant - Biomasse racinaire -
Litter and humus C reservoir	Biomasse se retrouvant dans la partie de la litière et l'humus (partie morte du plant au niveau du sol) – Horizon A ₀ -
Soil organic C reservoir	Teneur organique du sol minéral. [Sur la Côte-Nord et en forêt boréale, la profondeur va jusqu'à 30 cm dans le sol (Tremblay, 2002)]
Deadwood C reservoir	Biomasse du bois morts au-dessus et au-dessous du niveau du sol, tout débris de bois est mesuré à part de tout
GIEC	Groupe International d'Experts sur le Climat (IPCC)
DHS	Diamètre à hauteur de souche
D ₁₅	Diamètre à 15 cm du sol
BR	Bande riveraine
OBVM	Organisme de bassins versants Manicouagan

Équation allométrique	Relation entre la biomasse et la végétation, modèles globaux d'estimation de la biomasse
Gymnospermes	Plantes dont l'ovule est à nu et qui est portée par des pièces foliaires groupées sur un rameau fertile
Angiospermes	Plantes où il a une condensation des organes producteurs en une fleur et dont un ovaire enveloppe les ovules
Bois dur	<i>Angiosperm, enclosed seeds</i>
Bois moue	<i>Gymnosperm, exposed seeds</i>

Table des matières

Définitions	i
Sommaire.....	1
Introduction	1
Théorie.....	1
Méthodologie.....	2
Cinq réservoirs de GES	3
Biomasse foliaire	3
Biomasse racinaire.....	3
Choix d'équations selon l'espèce	4
Échantillonnage terrain (plants)	7
Bois mort et teneur organique	12
Sol minéral	12
Densité grossière	12
Teneur en carbone organique	13
Parcelles de terrain sur la bande riveraine naturelle	13
Calculs pour estimer la biomasse sur 60 ans :	14
Données et résultats	15
Discussion	24
Conclusion.....	25
Suggestions afin d'améliorer le programme.....	25
Références	27

Liste des tableaux, des matrices, des figures et des schémas

Tableau 1 : Liste des plants faisant parties des calculs de séquestration

Tableau 2 : Formules par espèce:

Tableau 3 : Méthode utilisée selon l'espèce

Tableau 4 : Croissance des espèces

Tableau 5 : Distribution des espèces par techniciens

Tableau 6 : Quantité totale de séquestration des plants présents sur les sites de démonstration

Tableau 7 : Séquestration fait par le sol minéral

Matrice de la capacité de séquestration de dioxyde de carbone d'une bande riveraine naturelle

Figure 1 : Équation allométrique *Potentilla Fructicosa*

Figure 2 : Détermination de la hauteur des arbres

Schéma 1 : Couverture végétale (si les espèces conviennent au type de sol)

Schéma 2 : Disposition (si les espèces conviennent au type de sol)

Sommaire

Cette étude se fait dans le but d'éventuellement compenser la production de gaz à effets de serre provenant d'évènements culturel, sportif et environnemental, par la végétalisation de bandes riveraines sur les lacs de villégiature. En premier lieu, l'étude s'est portée sur les mesures individuelles des jeunes plants. Par contre, étant donné le manque de connaissances sur l'évolution de la prolifération des arbustes, l'évaluation finale s'est effectuée sur une bande riveraine naturelle. La capacité de séquestration de CO₂ éq. a été estimée à 0,023 tonne par arbuste sur une période de 60 ans. L'organisme de bassins versants Manicouagan (OBVM) assure, selon les connaissances actuelles, une séquestration de 6,13 tonnes pour une bande riveraine naturelle sur une période de 80 ans afin de répondre à tous les critères du domaine des gaz à effet de serre. Cette évaluation comporte une période de 20 ans non calculée comme une période tampon, c'est-à-dire une période d'assurance.

Introduction

Dans une ère où les changements climatiques sont au premier plan des préoccupations, la séquestration de gaz à effet de serre (GES) devient une activité de compensation qui est reconnue par les programmes de crédit carbone. Cependant, la plupart des études ont été menées ou effectuées sur les arbres marchands et non sur les arbustes. Pour l'OBVM, cet éventuel projet consiste à séquestrer les GES, émis lors d'évènements culturel, sportif ou environnemental, par la plantation d'arbustes afin de financer la végétalisation des berges artificialisées du territoire qui causent une érosion accentuée des berges en plus de dégrader la qualité de l'eau. C'est dans cette optique que cette étude pilote a été élaborée, c'est-à-dire afin d'évaluer la quantité de GES séquestrée par type d'arbuste, soit les 21 espèces présentes dans la *Trousse d'éducation et de formation sur la bande riveraine* qui seront utilisées lors des aménagements. Étant des plantes pérennes, ces arbustes ont le potentiel de séquestrer du carbone dans le sol contrairement aux cultures annuelles (Lemus, 2005).

Théorie

Le dioxyde de carbone se fait fixer par les processus de photosynthèse que les végétaux utilisent pour s'alimenter. Le dioxyde de carbone est un élément intrant du processus, tandis que l'oxygène en est un élément extrant. Le carbone est ainsi utilisé pour produire des molécules de sucre et ensuite être incorporé dans la structure des tissus qui forment le plant. Chaque espèce végétale a sa propre capacité à séquestrer le carbone selon sa morphologie, la disponibilité de la lumière, les nutriments, la période de croissance, etc. De plus, il y a même une certaine variation naturelle entre les individus d'une même espèce. Ces variations peuvent être considérées par des mesures de différents types de données (diamètre et hauteur du tronc, l'aire du sol couvert par le feuillage, leaf area index) (Forest Canopy structural properties, P.170). Ce rapport repose sur diverses études faites au préalable, mais constitue une étude pilote. *Afin qu'elle soit considérée solide, le nombre d'échantillonnages par espèce doit être plus grand (ex. : 50 minimum (Ward, 2012)) et un ajustement si des études sur le comportement des arbustes par rapport à leur surface d'occupation du sol sont publiées.* Pour le moment, cette étude est celle se rapprochant le plus de la réalité.

Méthodologie

Les plants qui sont quantifiés dans ce rapport sont ceux présents dans la *Trousse de formation et d'éducation sur la bande riveraine*. Ces végétaux sont indigènes à la Côte-Nord et adaptés à l'environnement particulier des bandes riveraines exceptés le saule arctique et la vigne vierge.

Tableau 1 : Liste des plants faisant parties des calculs de séquestration

Nom latin	Nom commun
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épi
<i>Alnus rugosa</i>	Aulne rugueux
<i>Amelanchier bartramiana</i>	Amélanchier de Bartram
<i>Cassandra calyculata</i>	Cassandre caliculé
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère (hart rouge)
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier à long bec
<i>Diervilla lonicera</i>	Dierville chèvrefeuille
<i>Kalmia angustifolia</i>	Kalmia à feuilles étroites
<i>Ledum groenlandicum</i>	Thé du Labrador
<i>Myrica gale</i>	Myrique baumier
<i>Nemopanthus mucronatus</i>	Némopanthe mucroné
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Vigne vierge
<i>Potentilla fruticosa</i>	Potentille frutescente
<i>Rubus idaeus</i>	Framboisier sauvage
<i>Salix spp.</i>	Saule
<i>Salix purpurea</i>	Saule arctique
<i>Sambucus pubens</i>	Sureau rouge
<i>Sorbus americana</i>	Sorbier d'Amérique
<i>Spiraea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles
<i>Vaccinium angustifolium</i>	Bleuet à feuilles étroites
<i>Viburnum cassinoides</i>	Viorne cassinoïde
<i>Viburnum edule</i>	Viorne comestible

Selon la Chaire de recherche et d'intervention, écoconseil, de l'Université du Québec à Chicoutimi et leur protocole : *Quantification protocol for afforestation projects in open woodlands of the closed-crown boreal forest*, il y a cinq réservoirs où il y a une séquestration de carbone : *aboveground, belowground, litter and humus, soil organic et deadwood*. Donc, la quantification s'est effectuée en premier selon les principes généraux du protocole (UQAC, 2012).

Cinq réservoirs de GES

Biomasse foliaire

Le réservoir de la biomasse situé au-dessus du niveau du sol se divise habituellement en quatre types de végétation : les arbres plus grands que 2,0 m, les arbres plus petits que 2,0 m, les arbustes/herbacées et ensuite la catégorie des mousses et lichens (UQAC, 2012). Dans ce cas-ci, deux types de végétation sont présentes soit les arbustes et les arbres en dessous de 2,0 m de hauteur. Afin de calculer leur séquestration, l'équation suivante est utilisée :

$$1. TA_{b1} = (AGBM_{TR2} + AGBM_{BR}) * CD * CO2_{CONV} \text{ (UQAC, 2012)}$$

TA_{b1} : Absorption totale du réservoir : *Aboveground biomass*

$AGBM_{TR2}$: *Aboveground biomass* des arbres en dessous de 2 m ($Mg\ ha^{-1}$)

$AGBM_{BR}$: *Belowground biomass* des arbustes ($Mg\ ha^{-1}$)

CD : *Carbon density of the biomass* (0,5)

$CO2_{CONV}$: Facteur de conversion de carbone à gaz carbonique (3.6667)

NOTE : Certains arbres peuvent atteindre une hauteur plus grande que 2 m. Par contre, comme sur les terrains ces individus étaient en deçà des 2 m, ils ont été calculés comme des arbres mesurant moins de 2 m.

Biomasse racinaire

Le réservoir de la biomasse du système racinaire se divise en deux types de végétation : les arbres et les arbustes (UQAC, 2012). Théoriquement, la valeur de cette biomasse correspond à 30 % de l'*aboveground reservoir*. Afin de calculer leur séquestration, l'équation suivante est utilisée :

$$2. TA_{b2} = (BGBM_{TR} + BGBM_{BR}) * CD * CO2_{CONV} \text{ (UQAC, 2012)}$$

TA_{b2} = Absorption totale du réservoir: *Belowground biomass*

$BGBM_{TR}$: *Belowground biomass* des arbres ($Mg\ ha^{-1}$)

$BGBM_{BR}$: *Belowground biomass* des arbustes ($Mg\ ha^{-1}$)

CD : Densité du carbone de la biomasse (0,5)

$CO2_{CONV}$: Facteur de conversion du carbone au dioxyde de carbone (3.6667)

Dans cette partie, les espèces n'ont pas été évaluées par la méthode impliquant de déterrer les racines et ensuite de les faire chauffer à sec pour déterminer la biomasse résultante. Avec plus de temps et d'équipement, cela serait à faire pour obtenir davantage de précision. Par contre, cette méthode ne peut être faite sans aller à l'encontre du projet qui est à la base de cette étude, c'est-à-dire la végétalisation des bandes riveraines. Donc, les données théoriques ont été privilégiées. La biomasse du système racinaire est en moyenne équivalente à environ 30 % de la biomasse du *aboveground reservoir*. Dans ce cas-ci, la méthode utilisée pour

approximer ce réservoir pour chaque type de bois (bois moue, bois dur) est de la manière suivante :

$$\text{BGBM}_{\text{STR}} = \text{AGBM}_{\text{STR}} * 0.222$$

$$\text{BGBM}_{\text{HTR}} = \text{AGBM}_{\text{HTR}}^{0.615} * 1.576$$

Malgré le fait qu'il peut y avoir des différences entre le système racinaire des arbustes présents et des arbres utilisés comme références, il y a un manque de littérature à ce sujet. Par conséquent, la méthode exposée par les équations est celle qui se rapproche le plus de la réalité. L'OBVM est au fait de cette source d'incertitude dans les résultats.

Après la recherche d'informations, toutes les espèces ont été classées comme bois dur selon plusieurs sources.

Choix d'équations selon l'espèce

Puisque toutes les équations ne se retrouvent pas dans une seule étude, différentes sources fournissent la plupart des équations.

Tableau 2 Formules par espèce:

Acer spicatum	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 73.182, a_{15} = 0.1645, b_{15} = 1.0485$
Alnus rugosa	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Young, 1980) $B_0 = 63.28, a_{15} = 0.1409, b_{15} = 1.0225$
Amelanchier bastramiana	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 71.534, a_{15} = 0.0142, b_{15} = 1.1037$
Cassandra calyculata	$W = 10^{(-2.325 + 2.626(\log D))}$ (Telfer, 1969)

Cornus stolonifera	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 74.114$ $a_{15} = 0.0243$, $b_{15} = 1.0828$
Corylus cornuta	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 62.8194$ $a_{15} = 0.1894$, $b_{15} = 0.9226$
Diervilla lonicera	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay, 2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 14.211$ $a_{15} = 0.1062$, $b_{15} = 0.8818$
Kalmia angustifolia	$Total = 4.7570 + 0.00879D^2H$ $W = 10^{(-2.205 + 2.384(\log D))}$ (Telfer, 1979)
Ledum groenlandicum	$W = 10^{(-2.894 + 2.832(\log D))}$ (Telfer, 1969)
Myrica gale	$W = 10^{(-2.494 + 2.867(\log D))}$ (Telfer, 1969)
Nemopanthus mucronatus	$B = b_0 + b_1 * \log DHS$ (Tremblay, 2006) ; (Telfer, 1969) $B_0 = -3.04$, $b_1 = 2.819$
Parthenocissus quinquefolia	N.D.
Potentilla fructisosa	$Y = -0.6357 + 3.7505 D^2 + 0.0101H$ (Elliott, 1993)

Rubus idaeus	$B = b_0 * DSH^{b_1}$ (Tremblay,2006) ; (Brown, 1976) $B_0 = 43.992, b_1=2.86$
Salix pellita	$B = b_0+b_1*\log DHS$ (Telfer, 1969); (Brown, 1976) $B_0 = -1.519, b_1 =2.325$ $\ln(\text{weight,g}) = 3.303 + 2.762 \ln(DHS, \text{cm})$ (Tremblay,2006) ; (Brown, 1976)
Salix purpurea	$B = b_0+b_1*\log DHS$ (Telfer, 1969); (Brown, 1976) $B_0 = -1.519, b_1 =2.325$ $\ln(\text{weight,g}) = 3.303 + 2.762 \ln(DHS, \text{cm})$ (Tremblay,2006) ; (Brown, 1976)
Sambucus pubens	N.D.
Sorbus americana	$B = b_0 * D_{15}$ $D_{15} = (DSH - a_{15}) / b_{15}$ (Tremblay,2006); (Roussopoulos, 1979) $B_0 = 44.394, a_{15} = 0.0263, b_{15} = 1.1373$
Spiraea latifolia	$W = 10^{(-2.337 + 2.579(\log D))}$ (Telfer, 1979) $\ln(W, \text{g}) = 3.604 + \ln(DHS, \text{cm})$ $(W, \text{g}) = e^{(3.604 + 2.604 \ln(DHS, \text{cm}))}$ (Brown, 1976)
Vaccinium angustifolium	Total= $1.4023 + 0.04855D^2H$ (Elliott, 1993)

Viburnum cassinoides	Total : $\text{Log } W = -2.613 + 2.774 (\text{log } D)$ $W = 10^{(-2.613 + 2.774(\text{log}D))}$ (Telfer, 1979)
Viburnum edule	Total : $\text{Log } W = -2.613 + 2.774 (\text{log } D)$ $W = 10^{(-2.613 + 2.774(\text{log}D))}$ (Telfer, 1979) **Même formule que viburnum cassinoides

Échantillonnage terrain (plants)

Pour la prise de données, deux personnes ont utilisé le compas forestier électronique pour des espèces ciblées. Le fait qu'une seule personne soit attitrée pour une seule espèce devrait assurer une constance des données au sein de la même espèce. Ainsi, l'incertitude au niveau de cette prise de donnée est réduite.

Diamètre à une hauteur de 1cm

Pour chaque espèce, selon la formule utilisée, les données nécessaires aux formules peuvent différer. Il y a trois espèces de plantes (*Kalmia angustifolia*, *Potentilla fruticosa*, et le *Vaccinium angustifolium*), dont leurs mesures doivent être prises à environ 1 cm du sol selon l'étude suivante : *Equations for Estimating Biomass of Herbaceous and Woody Vegetation in Early-Successional Southern Appalachian Pine-Hardwood Forests* (Elliott, 1993). Leur hauteur a aussi été mesurée à l'aide d'un ruban à mesurer du DHS à la cime des feuilles. La mesure de la hauteur du plant suit les standards canadiens, c'est-à-dire que la mesure est prise de la hauteur du sol à la cime de l'arbuste même si le sol est incliné.

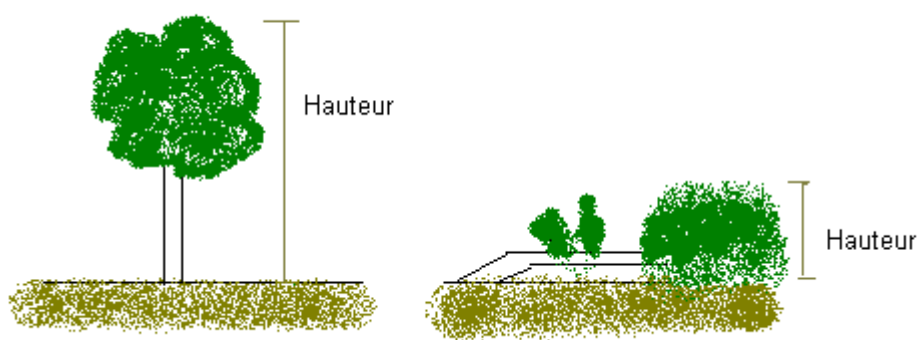


Figure 2 : Détermination de la hauteur des arbres et arbustes

Comme les équations allométriques ne prennent en compte qu'un seul diamètre de tronc (tiges), mais que certains arbustes ont plusieurs tiges principales, chaque pousse qui se retrouvait à la hauteur indiquée a été mesurée. Par exemple, il pouvait y avoir une dizaine de mesures pour le bleuet.

Donc, pour ce type de problème dans les données, c'est-à-dire plusieurs mesures pour un DHS dans l'équation allométrique, la méthode de Chojnacky a été utilisée (Hoover, 2008):

$$D_{1cm} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Diamètre à hauteur de souche et diamètre à 15 centimètre

Pour évaluer la biomasse de la plupart des autres espèces, les équations utilisées ont comme variable le diamètre à hauteur de souche (DHS) et le diamètre à 15 cm du sol (D_{15}). Chaque équation énumérée ci-dessus se retrouve dans une des trois études suivantes : *Weight-diameter relationships for 22 woody plant species* (Telfer, 1993), *Changes in organic carbon storage in a 50 year white spruce plantation chronosequence established on a fallow land in Quebec* (Tremblay, 2006) et *Estimating shrub biomass from basal stem diameters* (Brown, 1976).

Méthode 2

Pour les espèces qui n'ont pas d'équation allométrique spécifique, une équation doit être montée. Dans ce cas-ci, la méthode de base utilisée est le diamètre à la hauteur de souche, mais aussi le couvert végétal selon la méthode d'estimation : line intercept fournit dans le Chapitre 5 *Measuring carbon in shrubs*. Des parcelles ont été élaborées autour des massifs de végétaux souscrivant à cette méthode (méthode 2) variant entre 1 m x 1 m à 3 m x 3 m. Le feuillage est estimé, et dans cette section la composition est d'environ 50 % de carbone (Chojnacky, 2008).

Autres

À plusieurs occasions lors de la compilation de données, des erreurs se sont manifestées. Plusieurs biomasses étaient négatives indiquant ainsi que les équations n'étaient pas adaptées. L'OBVM a supposé que ces équations sont adaptées pour des arbres matures et non pour de jeunes plants. La biomasse d'un plant existant, même très jeune ne peut être négative. Par conséquent, des équations ont dû être développées pour combler ces erreurs importantes.

Tableau 3 Méthode utilisée selon l'espèce

Nom latin	Nom commun	DHS	Hauteur	diamètre à 1 cm au-dessus du sol	D15	Méthode 2 (regression line)
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épi	X			X	
<i>Alnus rugosa</i>	Aulne rugueux	X			X	
<i>Amelanchier bartramiana</i>	Amélanchier de Bartram	X			X	
<i>Cassandra calyculata</i>	Cassandre caliculé	X				
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère (hart rouge)	X			X	
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier à long bec	X			X	
<i>Diervilla lonicera</i>	Dierville chèvrefeuille	X			X	X
<i>Kalmia angustifolia</i>	Kalmia à feuilles étroites		X	X		
<i>Ledum groenlandicum</i>	Thé du Labrador	X				
<i>Myrica gale</i>	Myrique baumier	X				
<i>Nemopanthus mucronatus</i>	Némopanthe mucroné	X				
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Vigne vierge		X			X
<i>Potentilla fruticosa</i>	Potentille frutescente		X	X		X
<i>Rubus idaeus</i>	Framboisier sauvage	X				
<i>Salix pellita</i>	Saule satiné	X				
<i>Salix purpurea</i>	Saule arctique	X				
<i>sambucus pubens</i>	Sureau pubescent (rouge)					X
<i>Sorbus americana</i>	Sorbier d'Amérique	X				
<i>Spiraea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles	X			X	
<i>Vaccinium angustifolium</i>	Bleuet à feuilles étroites		X	X		
<i>Viburnum cassinoides</i>	Viorne cassinoïde	X				
<i>Viburnum edule</i>	Viorne comestible	X				X

*Les cases vides, blanches, correspondent aux données nécessaires pour les calculs.

Échantillonnage des plants mères (cernes de croissance)

Afin d'évaluer la séquestration de carbone de chaque type d'arbuste sur plusieurs années, des données ont été recueillies sur leur croissance. Aucun facteur de croissance n'a pu être trouvé de façon théorique puisque cette croissance dépend de plusieurs éléments. Donc, pour déterminer la séquestration sur plusieurs années, deux individus par espèce ont été prélevés à Baie-Comeau en supposant que les milieux sont similaires et donc leur croissance devrait l'être aussi. Une courbe de croissance a été montée à partir de ces données. Évidemment, ce genre d'étude devrait se faire avec au minimum une cinquantaine d'individus par espèce. Néanmoins, étant donné le manque de ressource, seulement deux individus ont été utilisés. **Il est donc recommandé à l'OBVM de raffiner cette partie de l'étude au cours des années à venir**, tout en respectant ses valeurs.

Les cernes de croissance ont été déterminés à l'aide d'un binoculaire. Ensuite la distance entre chaque point a été mesurée.

De plus, la longévité théorique des plants a été trouvée pour chacune des espèces utilisées.

Tableau 4 Mesures des cernes de croissance

Espèces	Mesures (en mm) de la distance entre chaque cerne de croissance sur un seul axe (rayon)								Moyenne pour une année (mm)
	0-1 an	1-2 ans	2-3 ans	3-4 ans	4-5 ans	5-6 ans	6-7 ans	7-8 ans	
Alnus r. #1	3	2	2	2	2	2			2,17
Alnus r. #2	3	1,9	0,5	1,5	2	1	1	1	1,53
Acer sp. #1	4	1	2	1,9	1,1	2,5	1,3	1	1,7
Acer sp. #2	3	2	2	1	2	2	1	1	1,67
Salix spp. #1	0,7	0,7	1	0,8	0,2	0,2	1	0,8	0,83
Sorbus am. #1	3	2	1	2	2	2	1	1	1,67
Cornus stol. #1	0,6	1,2	1	1	1	1	1,3	1	1 (mode)
Myrica g. #1	1	0,5	0,5	0,6	0,2	0,2	0,6	1	0,87
Myrica g. #2	1	0,9	1,2	0,8	0,9	0,8	0,9		0,93
Kalmia ang. #1	0,8	1	0,2	0,5	1	0,5			0,67
Kalmia ang. #2	0,2	0,7	0,4	0,7	0,6	0,52			0,52

*Certains arbustes/arbres avaient des cernes de croissance pouvant aller jusqu'à 12 ans. Toutes les cernes ont été considérés lors du calcul de la moyenne, mais par soucis d'esthétique, les données présentées ne vont que jusqu'à 8 ans.

Bois mort et teneur organique

Ce réservoir a été estimé à 0 compte tenu de la situation. Les terrains propices pour la végétalisation sont des terrains privés où la bande riveraine est rasée ou coupée de façon répétitive ne permettant pas l'accumulation de bois mort ou d'une grande quantité de matières organiques. Cette estimation satisfait les principes du *Protocole de projet sur le carbone urbain* (Arbres Canada, 2009).

Sol minéral

Deux séries d'échantillonnages à quelques semaines d'intervalles ont été faites pour les calculs de ce réservoir, un pour la densité grossière et une autre envoyée à Qualitas environnement de Baie-Comeau (résultats, tableau 7). Un échantillon de terre d'une profondeur 30 cm sur la bande riveraine de chaque site de démonstration a été pris.

Pour ce réservoir l'équation générale suivante a été utilisée :

$$TA_{B4} = CO2_{SOC} * CO2_{CONV} * SEF$$

TA_{B4} : Absorption totale du sol organique.

$CO2_{SOC}$: Quantité totale de CO_2 mesurée par la combustion organique du sol (g/m²) ; méthode LECO (Qualitas)

$CO2_{CONV}$: Facteur de conversion de carbone à dioxyde de carbone (3.6667)

SEF : Facteur d'expansion de la surface

NOTE : Ce réservoir est sujet à des changements. S'il devient important pour le programme, un suivi régulier peut être effectué, par exemple une fois tous les 5 ans en utilisant 4 échantillons du sol minéral par terrain selon la méthode exposée dans le protocole de l'UQAC.

Densité grossière

Un seul *depth increment* a été échantillonné (0-30 cm de profond) (Hoover, 2008) pour chaque terrain (5) qui a été monté au cours de l'été 2011 par l'OBVM. Pour déterminer le volume des échantillons, les pots Masson ont été gradués de façon manuelle.

$$\text{Volume total} - \text{Volume restant dans le pot Masson} = \text{Volume de l'échantillon}$$

Ensuite, les échantillons ont été séchés dans un four pendant 48 heures à 65 °C afin d'obtenir la masse sèche de chaque échantillon. La masse a été prise à l'aide d'une balance électronique du laboratoire technique de génie civil du cégep de Baie-Comeau. Les roches ayant un volume important ont été mesurées individuellement et leurs masses ont été ajoutées au reste de l'échantillon.

$$\text{Masse total} = \text{masse de matières sèches} + \text{masse des roches}$$

Afin de trouver la densité de chaque échantillon, l'équation suivante a été utilisée (Tremblay, 2012).

$$W = (M_{EAU} / M_{SEC}) * 100$$

$$\text{Bulk density} = \text{densité humide} / (1 + W/100)$$

Il y a ici une incertitude sur les mesures de volume des échantillons du sol.

NOTE : Certains terrains ont été recouverts de terre noire riche en matières organiques (ex. : Donlon). Cela diminue la densité du sol retrouvée dans les échantillons.

Teneur en carbone organique

Un seul *depth increment* a été échantillonné (0-30 cm de profond). Les échantillons de terre ont été envoyés au laboratoire de Qualitas Environnement. L'évaluation demandée est la méthode LECO pour obtenir la teneur en carbone organique.

Parcelles de terrain sur la bande riveraine naturelle

Afin de mesurer la capacité de séquestration de carbone d'une bande riveraine de 260 m², des données ont été prises sur la bande riveraine du lac Ti-Bras. Dans une zone de 260 m², sur une largeur de 10 m, une parcelle de 1 m² par mètre a été délimitée selon la similitude des espèces présentes avec les espèces plantées. Aussi, une parcelle représente une section de la largeur de 10 m d'une bande riveraine.

Sur le terrain, le diamètre à hauteur de souche a été pris pour chacun des plants et la biomasse a été calculée selon les équations de la section précédente de ce document. Il est important de noter que pour la *Kalmia*, il est difficile de déterminer où s'arrête un plant et où commence l'autre. Il est aussi à noter que les plants de bleuets (*vaccinum ang.*) produisent des tiges de façon annuelle (Rameau, 1984).

Ensuite, l'âge des plants sur la bande riveraine naturelle a été estimé grossièrement puisque la coupe des arbres sur la BR va à l'encontre des valeurs de l'organisme et que cela aurait pris trop de ressources. L'estimation s'est faite à partir des 2 plants prélevés pour les cernes de croissance de la section I de ce document. L'estimation de la biomasse s'est calculée sur une période de 60 ans. Par contre, une période de 20 ans de séquestration comme assurance a été ajoutée. Cette période tampon a pour objectif de combler les inconnus du programme, tels que la dynamique des populations de végétaux sur la bande riveraine, le manque de connaissances sur la propagation d'arbustes, le manque de connaissance sur le système racinaire des plants et la diversité des sols présents dans le programme.

Hypothèses 1 : Comme les plants prélevés pour les cernes de croissance proviennent du lac Ti-bras et se retrouve dans un environnement similaire, la croissance entre les plants de la BR et ces plants témoins devraient être tout aussi similaire. Les différences de croissance entre individus de la même espèce dans ce cas-ci sont considérées comme non significatives.

Hypothèse 2 : La période tampon de 20 ans permet de compenser pour le fait que les plants des terrains à végétaliser se retrouvent dans un environnement plus limité en terme de nutriments ainsi que le manque de connaissance concernant l'expansion des arbustes. En considérant également que ces plants sont choisis selon le type de sol et entretenus par le riverain.

Hypothèse 3 : En supposant que les riverains respectent la réglementation de la MRC Manicouagan et de Baie-Comeau sur la protection des bandes riveraines, la bande riveraine végétalisée sera présente pendant une plus grande période que les 80 ans pris en compte dans ce document.

Hypothèse 4 : La croissance des végétaux est environ constante pour leur période de maturation, excluant les périodes de maladies ou de stress important.

Hypothèse 5 : Une bande riveraine végétalisée est similaire en densité de biomasse qu'une bande riveraine naturelle.

Calculs pour estimer la biomasse sur 60 ans :

Étape 1 :

$(\text{Diamètre du plant BR} * \# \text{ années du plant témoins}) / \text{Diamètre du plant témoin} = \# \text{ années du plant BR}$

Exception : *Vaccinium angustifolium*

Les branches se renouvellent annuellement. Donc, il n'y a pas d'estimation de l'âge, tous les plants sont considérés comme ayant un an.

Étape 2 :

$(60 \text{ ans} / \# \text{ années du plant BR}) * \text{biomasse présente} = \text{Biomasse de 60 ans de végétaux sur la bande riveraine}$

Étape 3 :

a) Addition de toutes les biomasses;

b) Biomasse * 0,5 = masse du carbone dans le plant (UQAC, 2012)

c) Masse du carbone * 3,6667 = CO₂ éq. séquestré par les plants (UQAC, 2012)

Étape 5 : Estimation de la quantité de dioxyde de carbone par plant de la végétalisation (moyenne générale)

$(\text{Total du carbone séquestré par la BR naturelle} / 270 \text{ plants de la BR végétalisée}) = \text{CO}_2 \text{ éq.} / \text{arbuste}$

$1 \text{ tonne} / (\text{t. CO}_2 \text{ éq.} / \text{arbuste}) = \# \text{ arbustes pour une tonne}$

Données et résultats

Matrice de la capacité de séquestration de dioxyde de carbone d'une bande riveraine naturelle													
SECTION 0-1 M								Biomasse foliaire		Biomasse racinaire	total (Biomasse foliaire + Biomasse racinaire)	Biomasse totale sur 60 ans	
Estimation de l'âge	Espèces	DHS (mm)					Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle				
4,242	Myrique	9,090	5,970	9,020	8,840		16,667		9,253	6,192	15,4445	218,451	
5,605		12,010							3,658	3,499	7,1574	76,622	
1,899		4,070							0,171	0,531	0,7022	22,183	
4,914		10,530							2,521	2,783	5,3035	64,756	
2,086		4,470							0,223	0,626	0,8484	24,402	
3,551	Aulne	15,220						1,522	85,473	24,301	109,7742	1854,643	
5,815		24,920						2,492	145,504	33,707	179,2111	1849,231	
3,456		14,810						1,481	82,935	23,855	106,7906	1854,182	
3,857		16,530						1,653	93,580	25,694	119,2743	1855,446	
3,650	Kalmia	3,650	2,030	3,730			5,600	0,560	25,935	11,671	37,6057	618,176	
4,600		4,600	3,630	1,490	2,950		6,728	0,673	32,915	13,513	46,4280	605,583	
4,060		4,060	2,750	1,790	3,870	1,390		6,645	0,665	32,406	13,384	45,7899	676,698
3,480		3,480	3,230					4,748	0,475	20,664	10,149	30,8129	531,257

SECTION 2-3 M													
Estimation de l'âge	Espèces	DHS					Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans	
9,85	Kalmia	9,85	4,57	4,72	3,51	3,76		12,909	1,291	0,011	0,101	0,112	0,685
9,79		9,79	5*4,17	4,17	3,6			14,668	1,467	0,016	0,122	0,137	0,841
5,24		5,24	4*3,41	10*2,83	3,78			12,975	1,297	0,012	0,102	0,113	1,297
7,32		7,32	5	6,51	3*4,19			13,177	1,318	0,012	0,104	0,116	0,951
7,15		7,15	6,43	6,49	5,49	4,25		13,520	1,352	0,013	0,108	0,121	1,014
6,62		6,62	7,58	5,3				11,374	1,137	0,008	0,084	0,092	0,837
8,19		8,19	6,67					10,562	1,056	0,007	0,075	0,082	0,603
13,18		13,18						13,180	1,318	0,012	0,104	0,116	0,529
4,89		4,89	5,94	5,62				9,528	0,953	0,006	0,065	0,070	0,862
7,23		7,23						7,230	0,723	0,003	0,043	0,046	0,382
9,22		9,22						9,220	0,922	0,005	0,062	0,067	0,434
Estimation de l'âge		Bleuet	DHS				Hauteur (cm)	Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans
1			3,19				15		0,319	1,476	2,003	3,479	208,747
1	3,88							0,388	1,512	2,032	3,544	212,649	
1	3,68							0,368	1,501	2,023	3,524	211,441	
1	3,56							0,356	1,495	2,018	3,512	210,747	
1	3,77							0,377	1,506	2,027	3,533	211,977	
1	4,23							0,423	1,533	2,049	3,582	214,912	
1	3,72							0,372	1,503	2,025	3,528	211,678	
1	4,25							0,425	1,534	2,050	3,584	215,047	
1	4,27							0,427	1,535	2,051	3,586	215,182	

1	3,37			0,337	1,485	2,010	3,495	209,693
---	------	--	--	-------	-------	-------	-------	---------

		DHS												
4,321	Myrique	9,26								1,894	2,334	4,227	58,696	
9,8		21								19,806	9,888	29,694	181,799	
9,525		20,41								18,252	9,403	27,655	174,214	
	Amélanchier	DHS												
2,456		6,71	10,77	5,31	12,77	8,79	7,86		22,166	2,217	142,744	33,3126	176,0563	4301,453
2,165		11,26	8,4						14,048	1,405	90,129	25,1072	115,2363	3193,049
2,867		14,91	9,19	12,83	5,92	15,54	9,43	17,13	33,620	3,362	216,978	43,0974	260,0750	5442,214

PARCELLE 3-4 M										
Estimation de l'âge	Espèces	DHS			Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans
6,73	Kalmia				6,730	0,673	0,002	0,039	0,041	0,368
8,03					8,030	0,803	0,004	0,050	0,054	0,404
7,72					7,720	0,772	0,003	0,048	0,051	0,395
13,14					13,140	1,314	0,012	0,104	0,116	0,528
4,5		6,03 5,38			9,250	0,925	0,005	0,062	0,067	0,895
8,95					8,950	0,895	0,005	0,059	0,064	0,428
10,19					10,190	1,019	0,007	0,071	0,078	0,459
10,66					10,660	1,066	0,007	0,076	0,084	0,470
11,7					11,700	1,170	0,009	0,087	0,096	0,495
7,45					7,450	0,745	0,003	0,045	0,048	0,388
10,38					10,380	1,038	0,007	0,073	0,080	0,463
6,76					6,760	0,676	0,002	0,039	0,042	0,369
10,55		6,95			12,633	1,263	0,011	0,098	0,109	0,618
10,55		6,95			12,633	1,263	0,011	0,098	0,109	0,618
8,46		10,06			13,144	1,314	0,012	0,104	0,116	0,820
8,33		6,48			10,554	1,055	0,007	0,075	0,082	0,592
8,08		27,84			28,989	2,899	0,079	0,331	0,409	3,040
14,78					14,780	1,478	0,016	0,123	0,139	0,564
8,05		13,86			16,028	1,603	0,019	0,139	0,158	1,176
8,07		10,26 6,22			14,460	1,446	0,015	0,119	0,134	0,998
8,96		5,02 7,57			12,759	1,276	0,011	0,099	0,110	0,739
13,84					13,840	1,384	0,014	0,112	0,125	0,543

5,26	Kalmia	3*4,59	5,26		9,533	0,953	0,006	0,065	0,070	0,802
13,36		13,36			13,360	1,336	0,012	0,106	0,119	0,533
7,11		7,11	10,68		12,830	1,283	0,011	0,100	0,111	0,940
13,58		13,58			13,580	1,358	0,013	0,109	0,122	0,538
13,58		13,58			13,580	1,358	0,013	0,109	0,122	0,538
13,58		13,58			13,580	1,358	0,013	0,109	0,122	0,538
		DHS								
1,792	amélanchier	9,32				0,932	59,485	19,445	78,931	2642,316
2,077		10,8				1,080	69,078	21,318	90,396	2611,431
1,894		9,85				0,985	62,920	20,129	83,049	2630,585
2,865		14,9				1,490	95,651	26,042	121,693	2548,207
3,640		18,93				1,893	121,770	30,211	151,981	2504,924

PARCELLE 4-5 M										
Estimation de l'âge	Espèces	DHS		Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans	
1,321	Aulne	5,66		5,66	0,566	26,308	11,774	38,082	1730,132	
10,911		46,76			4,676	280,666	50,489	331,155	1821,088	
15,293		65,54			6,554	396,891	62,480	459,371	1802,317	
12,131		51,99			5,199	313,033	53,994	367,027	1815,319	
8,304		35,59			3,559	211,538	42,430	253,967	1834,951	
7,546		32,34			3,234	191,424	39,901	231,325	1839,322	
21,317		91,36			9,136	556,685	76,932	633,616	1783,383	
(1/4)			DHS							
	Épinette noire	23,25			2,325	2,573	2,818	5,391	5,391	

parcelle 5-6 m									
Estimation de l'âge	Espèces	DHS		Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans
	Bouleau à papier	104,06			10,406	679,920	87,000	766,919	766,919
(1/4)		DHS							
34,803	sorbier	130,511			13,051	508,417	31,018	158,122	272,602
8,165		30,62			3,062	118,497	12,665	42,290	310,751
6,672		25,02			2,502	96,638	11,173	35,332	317,735
4,149		15,56			1,556	59,711	8,309	23,237	336,012
9,363		35,11			3,511	136,024	13,787	47,793	306,276
23,733		89			8,900	346,381	24,497	111,092	280,851
30,755		115,33			11,533	449,159	28,742	141,032	275,142

4x cette parcelle	PARCELLE 6-7 M									
Estimation de l'âge	Espèces	DHS		Hauteur (cm)	Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans
1	Bleuet	4,02		15		0,402	1,520	2,039	3,559	213,531
1		3,58				0,358	1,496	2,019	3,514	210,861
1		4,74				0,474	1,566	2,077	3,642	218,547
1		5,65				0,565	1,635	2,132	3,767	226,020
1		2,84				0,284	1,461	1,990	3,451	207,054
1		2,12				0,212	1,435	1,968	3,403	204,182
1		3,9				0,390	1,513	2,033	3,546	212,773
1		3,3				0,330	1,482	2,007	3,489	209,319
1		3,76				0,376	1,505	2,027	3,532	211,917
1		3,64				0,364	1,499	2,021	3,520	211,207
1		3,52				0,352	1,493	2,016	3,509	210,520
1		3,88				0,388	1,512	2,032	3,544	212,649
1		6,6				0,660	1,720	2,200	3,919	235,144
1		4,48				0,448	1,548	2,062	3,611	216,644
1		3,79				0,379	1,507	2,028	3,535	212,098
1		2,02				0,202	1,432	1,965	3,397	203,848
1		2,79				0,279	1,459	1,988	3,447	206,828
1		3,76				0,376	1,505	2,027	3,532	211,917
1		2,54				0,254	1,449	1,980	3,429	205,757
1		2,3				0,230	1,441	1,973	3,414	204,823
1	2,42				0,242	1,445	1,976	3,421	205,278	

1	Bleuet	3,14			0,314	1,474	2,001	3,475	208,493
1		4,22			0,422	1,532	2,049	3,581	214,844
1		4,51			0,451	1,550	2,064	3,614	216,858
1		7*1,59		4,207	0,421	1,531	2,048	3,579	214,755
1		3,93			0,393	1,515	2,035	3,549	212,960
1		2,52			0,252	1,449	1,979	3,428	205,676
1		5,08			0,508	1,590	2,096	3,687	221,193
1		4,72			0,472	1,565	2,075	3,640	218,397
1		2,68			0,268	1,455	1,984	3,439	206,345
1		2,39			0,239	1,444	1,975	3,419	205,162
1		2,6			0,260	1,452	1,982	3,433	206,005
1		4,5			0,450	1,550	2,063	3,613	216,787
1		18,26			1,826	3,830	3,600	7,430	445,807
			DHS						
3,144	Amélanquier	16,35			1,635	105,049	27,587	132,636	2531,040
1,519		7,9			0,79	50,282	17,536	67,818	2678,366
2,083		10,83			1,083	69,272	21,355	90,627	2610,861
1,673		8,7			0,87	55,467	18,627	74,094	2657,151
1,081		6*5,62		13,766	1,377	88,302	24,793	113,095	6278,578
3,063		15,93			1,593	102,327	27,146	129,472	2535,802
1,902		9,89			0,989	63,180	20,180	83,359	2629,732

PARCELLE 7-8 m										
Estimation de l'âge	Espèces	DHS		Diamètre selon Chojnacky (mm)	Facteur (60 ans/ estimation de l'âge)	Biomasse factuelle	Biomasse racinaire	Biomasse foliaire + Biomasse racinaire	Biomasse totale sur 60 ans	
1,396	amélanchier	7,26			0,726	46,134	16,631	62,765	2697,347	
4,092		21,28			2,128	137,002	32,482	169,483	2484,908	
3,215		16,72			1,672	107,447	27,973	135,420	2526,974	
1,946		10,12			1,012	64,670	20,471	85,141	2624,911	
1,188		2*6,18			8,740	0,874	55,725	18,680	74,405	3756,375
2,225		7*11,57			30,611	3,061	197,481	40,673	238,153	6422,115
7,754		40,32			4,032	260,405	20,555	85,656	662,815	
7,148		37,17			3,717	239,989	19,548	79,546	667,694	
8,694		2*45,21			63,937	6,394	413,471	27,315	130,683	901,860
Total (g. biomasse)									128631,797	
Total (g. CO₂)									235827,106	
Total (tonnes Co₂)									0,236	
Total (tonnes Co₂ pour 260 m²)									6,132	

Discussion

Il y a cinq puits et réservoirs de GES selon le *Quantification Protocol For Afforestation Projets in Open Woodlands of The Closed-Crown Boreal Forest* (UQAC, 2012). Dans cette étude générale, trois sont quantifiés, mais uniquement deux sont significatifs. La biomasse foliaire (aboveground réservoir) et la biomasse racinaire (belowground reservoir) sont évaluées par la Matrice de la capacité de séquestration de dioxyde de carbone d'une bande riveraine naturelle. Il est supposé que le réservoir concernant la litière et l'humus ne contient que très peu de carbone. La coupe de végétaux, l'ajout de sable ou de sédiment et le ramassage des feuilles et branches sur les sites de démonstrations sont des activités qui ne permettent pas au sol d'accumuler une couche de matières organiques de manière significative. Conséquemment, cette partie est estimée à 0 et donc, aucun calcul n'apparaît dans ce document. Il en est de même avec le réservoir concernant le bois mort. Ensuite, le réservoir non significatif, mais évalué est celui du sol organique (soil organique C reservoir). Dans la section I du document, il y a un résultat différent pour chaque terrain. Ce résultat n'est pas disponible dû à certaines complications en laboratoire. Ces complications sont dues au volume des roches et à la précision des instruments utilisés lors du calcul du volume.

Ces résultats sont non calculés puisqu'il n'y a aucun moyen de prédire le changement en concentration de carbone organique dans le sol minéral sur une période de 80 ans. La concentration de départ est indiquée dans le tableau des résultats et une valeur variant entre 40 et 70 Mg/ha. Cette dernière valeur est la concentration du sol minéral des alentours de Baie-Comeau (Tremblay, 2002). Il est fort probable que cela prenne plus de 80 ans pour que ce type de concentration soit retrouvé sur les bandes riveraines végétalisées par l'OBVM. Par conséquent, ce réservoir ne peut être comptabilisé pour le moment. Donc, pour ce cas-ci il y a 0 apport en terme de puits de GES pour cette partie. Il est à noter que ce réservoir est une source potentielle de GES Si jamais un feu brûle, le sol libérera le carbone séquestré.

Dans la matrice précédente calculant la biomasse 'une bande riveraine naturelle, il est important de savoir que la biomasse du bouleau blanc ainsi que celle de l'épinette noire ont été évaluées uniquement de manière factuelle. Les calculs ne sont pas étalés sur la période de 60 ans comme les autres espèces. Cela est dû au fait que, pour le moment, l'OBVM ne plante pas ces espèces. De plus, ces espèces séquestrent beaucoup de carbone comparativement à des espèces comme le *vaccinum* et la *kalmia*. Pour ne pas biaiser les résultats trop à la baisse ou à la hausse, les calculs ne sont pas étalés sur 60 ans. Pour les bandes riveraines végétalisées, ces arbres seront représentés par des arbustes comme le *salix spp*, le *sambucus*, le *cornus stolonifera*, etc. Aucun cornouiller et aucun saule ne se trouvaient dans les 10 m de largeur de la bande riveraine, mais pour conserver l'exactitude de la bande riveraine naturelle, le bouleau et l'épinette noire ont quand même été mesurés en titre de substitut.

L'espèce *Vaccinum angustifolium* est représentée différemment dans la matrice due à la différence au niveau des calculs et à sa particularité : les tiges retrouvées au-dessus du niveau du sol sont annuelles. Cette espèce est considérée dans la littérature, pour l'évaluation de la biomasse, comme une graminée à cause de son étalement et de ses nombreuses tiges. La hauteur du plant doit être prise en compte et c'est pour cette raison qu'il y a un carré bleu indiquant la hauteur moyenne des plants.

Ensuite, la bande riveraine de la zone de prise de données était en quelque sorte constante et répétitive, c'est pour cette raison que la parcelle représentant le 6-7 m de la bande riveraine

est multipliée par quatre. Le couvert végétal entre ces parcelles était assez similaire pour estimer que la biomasse générée est similaire. La biodiversité de ces parcelles était très analogue (bleuets et amélanchiers).

Aussi, dans la matrice, quelques fois il y a un « ¼ » qui apparaît indiquant que 25 % de l'arbre ou l'arbuste est contenu dans la parcelle de 1 m². C'est pour cette raison que la 13^e colonne est présente et que pour les individus étant concernés par cette observation sont en rouge pâle pour ce qui est de la biomasse factuelle.

Le total de dioxyde de carbone séquestré a été estimé à 6,13 tonnes sur une période de 60 ans. Puisqu'en moyenne, sur un terrain de 260 m², il y a 270 plants qui sont plantés afin de recréer des massifs dont l'ensemble ressemble à une bande riveraine naturelle, cela revient à 0,023 tonne de CO₂ par plants. Cette valeur est semblable à la valeur 0,02 que l'UQAC utilise. Le 0,02 de l'UQAC provient la valeur calculée par la séquestration des arbres.

Conclusion

L'amélanchier, le sorbier, le cornouiller et l'érable à épi sont les espèces à privilégier lors de la compensation de GES. Les résultats retrouvés dans le tableau précédent proviennent des moyennes provenant des plants par espèces par terrain.

Enfin, il y a un manque dans la littérature en ce qui concerne les arbustes soit au niveau de leur prolifération (aire d'occupation) et leur séquestration de CO₂ éq. La présente étude en est arrivée à évaluer une séquestration moyenne de 0,023 tonne de CO₂ éq. sur une période de 60 ans. Les 20 ans supplémentaires sont une assurance permettant de réduire à 0 les incertitudes. Cette approche se veut conservatrice pour respecter les normes internationales (ISO 14 064-2) en matière de GES et assurer la totalité de la séquestration du programme de compensation.

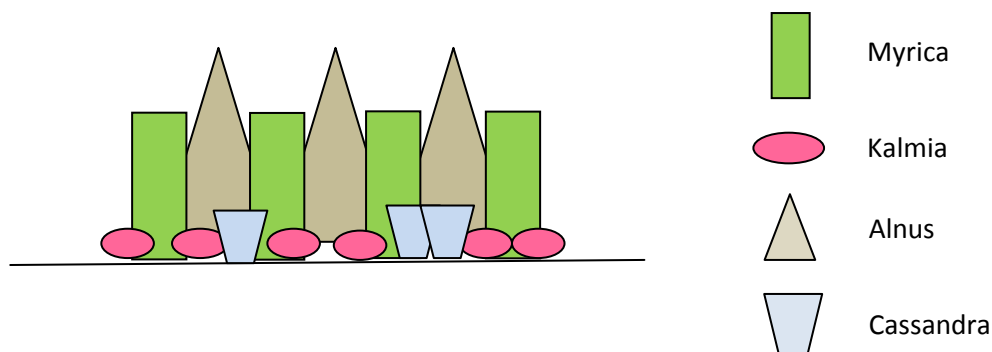
Suggestions afin d'améliorer le programme

Afin d'être plus exactes et de diminuer la période d'assurance, des études peuvent être faites sur la prolifération des arbustes utilisés par l'OBVM sur les sols typiques de la bande riveraine sur la Côte-Nord. De plus, un suivi sur l'évolution des diamètres, de la prolifération des plants et la dynamique de population sur les 5 sites de démonstration pourraient fournir un programme basé complètement sur des données terrain. De cette façon, l'étude ne posséderait que très peu d'incertitude et être faite par type de sol. Aussi, ce genre d'étude pourrait prendre une quinzaine d'années ou plus. Enfin, les équations allométriques pourraient être élaborées par l'organisme lui-même afin d'assurer leur fiabilité. À cette fin, le livre élaboré par Hoover, *Field measurements for forest carbon monitoring*, pourrait servir de lignes directrices.

Notes pour la végétalisation qui se rapporte au programme :

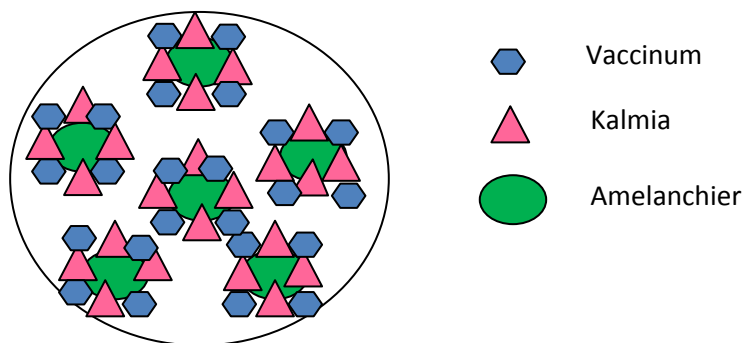
- De 0 à 1 m à partir de la ligne des hautes eaux vers l'intérieur du terrain
 - Espèces à prévoir : *Myrica*, *Alnus*, *Kalmia* et *Cassandra*
 - Pour améliorer le rendement des GES, maximiser la couverture végétale il est suggéré de planter les espèces pour faire en sorte qu'il y ait plusieurs étages de végétation.

Schéma 1 Couverture végétale (si les espèces conviennent au type de sol)



- De 1 m à 2 m à partir de la ligne des hautes eaux
 - Espèce à prévoir : *Kalmia*, *Vaccinium*, *Amelanchier* et peut-être du *Myrica* ou de l'*Aulus*

Schéma 2 Disposition (si les espèces conviennent au type de sol)



Références

- Boucher, J., Wells J-R., Tremblay P., & Villeneuve C. (2012). *Quantification protocol for afforestation projects in open woodlands of the closed-crown boreal forest*. Unpublished manuscript.
- Brégard, A., Larivière, É., Vanasse, A. et Poulin, M. (2012). *Diversification des bandes riveraines par l'introduction de mélanges d'herbacées florifères et d'arbustes indigènes peu utilisés*. Université Laval édition, québec,
- Elliott, K.J. et Clinton, B.D. (1993). Equations for estimating Biomass of Herbaceous and Woody Vegetation in early-Successional Southern Appalachian Pine-Hardwood Forest. *Unites State Department of Agriculture, Forest Service*, vol. 28763,
- European Network on Invasive Alien Species (2012). NOBANIS. In NOBANIS. *NOBANIS, European Network on Invasive Alien Species, Gateway to information on invasive Alien species in North and Central Europe*, [En ligne]. www.nobanis.org (Page consultée le 07/15 2012).
- Gaboury, S.e.a. (2009). Estimating the net carbon balance of the boreal open woodland afforestation: A case study in québec's closed-crown boreal forest. *Forest Ecology and Management*, n° 257, p. 483.
- Hoover, C.M. (2008). *Field measurements for forest carbon monitoring*. Springer,
- IPCC National Grennhouse Gas Inventories Program (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Institute for Global Environmental Strategies édition, Japan, 632 p.
- Lambert, M., Ung, C. et Raulier, (2005). Canadian national tree aboveground biomass equations. *Canadian Journal of Forest Research*, n° 35, p. 1996.
- Rameau, J.C., et al. (1984). *Flore Forestière Française, guide écologique illustré. Montagne*. 2434 p. 2.
- Riccardi, C.L.e.a. (2007). Quantifying physical characteristics of wildland fuels using the Fuel Characteristic Classification System.
- Roussopoulos, P.J. et Loomis, R.M. (2012). *Weights And Dimensional Properties of Shrubs And Small Trees of The Great Lakes Conifer Forest*. Forest Service-U.S. Department of Agriculture édition, Minnesota,
- Schweingruber, F.H. et Poschlod, P. (2005). Growth rings in Herbs and shrubs : life span, age determination and stem anatomy. *Forest Snow and Landscape Research*, vol. 79, n° 3,
- Telfer, E.S. (1969). Weight-diameter relationships for 22 woody plant species. *Canadian Wildlife Service*, n° 47, p. 1851.

Tremblay, S., Ouimet, R. et Houle, D. (2002). Prediction of organic carbon content in upland forest soils of Quebec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, n° 32, p. 903.

Tremblay, S., Périé, C. et Ouimet, R. (2006). Changes in Organic Carbon Storage in a 50 Year White Spruce Plantation Chronosequence Established on Fallow Land in Quebec. *North American Forest Ecology*, n° 36, p. 2713.

United States Department of Agriculture (2012). Natural Resources Conservation Service. In United States Department of Agriculture. *NRCS*, [En ligne]. www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/home (Page consultée le 15/07 2012).

University of Wisconsin-Green Bay (2012). Herbarium, Cofrin Center of Biodiversity. In University of Wisconsin-Green Bay. *Shrubs of Wisconsin: list of angiosperm shrubs*, [En ligne]. www.uwgb.edu/biodiversity/herbarium/shrubs/shrub_list_by_common.htm (Page consultée le 15/07 2012).

Unknown (2012). Shrubs of the Northwoods; Flora, fauna, earth, and sky...The natural history of the northwoods. In Anonyme . *Shrubs of the Northwoods*, [En ligne]. www.rook.org/earl/bwca/nature/shrubs (Page consultée le 07/15 2012).

Villeneuve, C. (2012). Détermination de la biomasse dans les végétaux. Communication orale. *Communication orale*, 2012, Québec.

Ward, C. (2012). Détermination de la biomasse dans les végétaux. Communication orale. *Communication orale*, 2012, Québec.