

BUREAU DE MISE  
EN MARCHÉ DES **BOIS**



## Analyse de rentabilité économique du chaulage d'érablières dépérissantes sur terre publique au Québec

Septembre 2016

Direction des évaluations économiques  
et des opérations financières

Bureau de mise  
en marché des bois  
**Québec**



**Rédaction**

Éliane Landry-Tremblay  
Division de la mise en marché et transposition

Alexis Leroux  
Division des évaluations économiques et financières  
Bureau de mise en marché des bois (BMMB)

**Collaborateurs**

Mélissa Lainesse, BMMB  
François Labbé, BMMB  
Rock Ouimet, Direction de la recherche forestière (DRF)  
Édith Tremblay, BMMB

**Remerciements**

Louis Duchesne, DRF  
Jean-David Moore, DRF  
Marie-Claire Dumont, Direction de la coordination opérationnelle  
Marie-Eve Noël, pour la carte, BMMB  
Jean-Pierre Adam, Directeur général du BMMB

**Diffusion**

Bureau de mise en marché des bois  
Forêt Québec  
Direction des évaluations économiques et opérations financières  
5700, 4<sup>e</sup> Avenue Ouest, A-204  
Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : (418) 627-8640  
Télécopieur : (418) 528-1278

Pour obtenir la version électronique du présent document, nous vous invitons à visiter le site Internet du BMMB, à l'adresse suivante:

<http://www.bmmb.gouv.qc.ca>

## **Avis au lecteur**

Les auteurs de la présente étude de cas se sont inspirés d'une étude de cas réalisée par les chercheurs Messieurs Louis Duchesne, Jean-David Moore et Roch Ouimet de la Direction de la recherche forestière (DRF). L'étude de la DRF est intitulée « Rentabilité du chaulage des érablières : étude de cas. Note de recherche forestière (en prép.) ».

# Table des matières

<b>INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>2</b>
<b>VOLET PRODUCTION DE MATIÈRE LIGNEUSE.....</b>	<b>3</b>
1.    MÉTHODOLOGIE .....	3
1.1 LES PEUPEMENTS ANALYSÉS.....	3
1.2 LES SCÉNARIOS SYLVICOLES ÉVALUÉS ET LES RENDEMENTS FORESTIERS .....	5
1.3 L'ANALYSE DE RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE.....	7
2.    RÉSULTATS.....	10
3.    SENSIBILITÉ DES RÉSULTATS .....	12
3.1 ÉCART DE REVENUS ÉCONOMIQUES ENTRE L'ERS ET LE HEG .....	12
3.2 NIVEAU D'INTERVENTION ET TRAITEMENTS NON-COMMERCIAUX CONNEXES.....	14
3.3 DURÉE DU CHAULAGE AUGMENTÉE .....	15
<b>VOLET ACÉRICOLE .....</b>	<b>17</b>
1.    MÉTHODOLOGIE .....	17
1.1 LE PEUPEMENT ANALYSÉ.....	17
1.2 LES SCÉNARIOS ACÉRICOLES ET LES RENDEMENTS ACÉRICOLES .....	17
1.3 L'ANALYSE DE RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE.....	18
2.    RÉSULTATS.....	22
3.    SENSIBILITÉ DES RÉSULTATS .....	23
3.1 NOMBRE D'ENTAILLES .....	23
3.2 ÉCART DE RENDEMENT À L'ENTAILLE .....	24
3.3 NIVEAU D'INTERVENTION ET TRAITEMENTS NON COMMERCIAUX CONNEXES .....	25
3.4 COMBINAISON DE PARAMÈTRES IMPORTANTS (SENSIBILITÉ DE TYPE « WORST CASE SCENARIO »).....	25
COMPARAISON DE LA PRODUCTION LIGNEUSE ET ACÉRICOLE .....	26
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>28</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXE A – ANALYSE ÉCONOMIQUE SIMPLIFIÉE (PRODUCTION LIGNEUSE) .....</b>	<b>31</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>33</b>

## Introduction et mise en contexte

Au Québec, certains peuplements dominés par l'érable à sucre (*Acer saccharum*) présentent des symptômes de dépérissement. « Le dépérissement n'est pas une maladie, mais plutôt un syndrome. Ce terme général est utilisé pour décrire le déclin graduel et prématuré de la vigueur d'un arbre qui peut conduire à sa mort ». L'une des causes du dépérissement est le déséquilibre nutritionnel causé par les pluies acides qui rendent certains minéraux essentiels à l'érable à sucre (ERS) non disponibles (MOORE et al. 2012). L'érable à sucre exige davantage en termes de nutrition minérale (OIFQ, 2009) que d'autres espèces compagnes de l'érablière telles que le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*). Ainsi, l'acidification d'une station en dessous de la limite de tolérance de l'érable à sucre entraîne son dépérissement au profit d'autres espèces arborescentes et un changement de composition à plus long terme (DUCHESNE, 2007).

Selon le guide « *État de santé des érablières : Démarche Diagnostique* » (Anneou, Moore et Ouimet, 2012), il existe 4 grandes causes responsables du dépérissement :

1. Les changements dans la dynamique du peuplement
2. L'exploitation inadéquate de l'érablière
3. Les perturbations naturelles
4. La variabilité dans la résilience de la station

Si le dépérissement de l'ERS est causé par une variabilité dans la résilience de la station, l'amendement de sol (le terme « chaulage » sera utilisé dans le texte) est un outil sylvicole essentiel permettant de contrer cette variation des conditions édaphiques de la station, cause du dépérissement de l'ERS (MOORE et al. 2012). Le chaulage augmente le pH du sol favorisant ainsi la nutrition minérale des érables à sucre et leur croissance (MOORE et al. 2012). Si sur le plan sylvicole le chaulage a fait ses preuves, il est pertinent de s'interroger sur la rentabilité économique de l'investissement.

L'objectif de la présente analyse est d'évaluer la rentabilité économique de quelques scénarios de chaulage dans des érablières dépérisantes situées sur terres publiques. Il s'agit d'évaluer si la valeur économique supplémentaire des produits offerts par l'érablière traitée vaut l'investissement, que ce soit en termes de production de matière ligneuse ou acéricole. La présente analyse économique cherche plus spécifiquement à comparer différents scénarios sylvicoles et les ordonnancer d'un point de vue économique. De plus, l'analyse vise à comparer la rentabilité économique du chaulage dans le cadre de l'acériculture et de la production de matière ligneuse afin de déterminer pour quelle production le chaulage est le plus pertinent en termes de création de richesses économique pour la société.

Les productions considérées sont mutuellement exclusives, c'est-à-dire que le terrain est affecté soit à la production de la matière ligneuse ou à la production acéricole. Le scénario acéricoforestier n'est pas considéré dans l'analyse, puisqu'il s'agit d'un cas intermédiaire. Le scénario acéricoforestier sera toujours un compromis entre les deux types de production et ne sera pas traité dans la présente étude. En fait, le second type

de production peut accroître le niveau de rentabilité d'une production prioritaire s'il est réalisé sur les tiges résiduelles qui ne sont pas destinées à la production prioritaire. Toutefois, dans le cas d'une production conjointe (acéricoforestier habituel) où pour chaque tige un choix s'impose, la rentabilité sera nécessairement inférieure à la production qui maximise la valeur et inversement.

Pour faciliter la lecture, le rapport se divise en deux volets, soit la production de matière ligneuse et la production acéricole. Pour chacun d'eux, les sections méthodologie, résultats et analyse de sensibilité sont présentées. L'ensemble des résultats sont intégrés dans une discussion et une conclusion commune.

## **Volet Production de matière ligneuse**

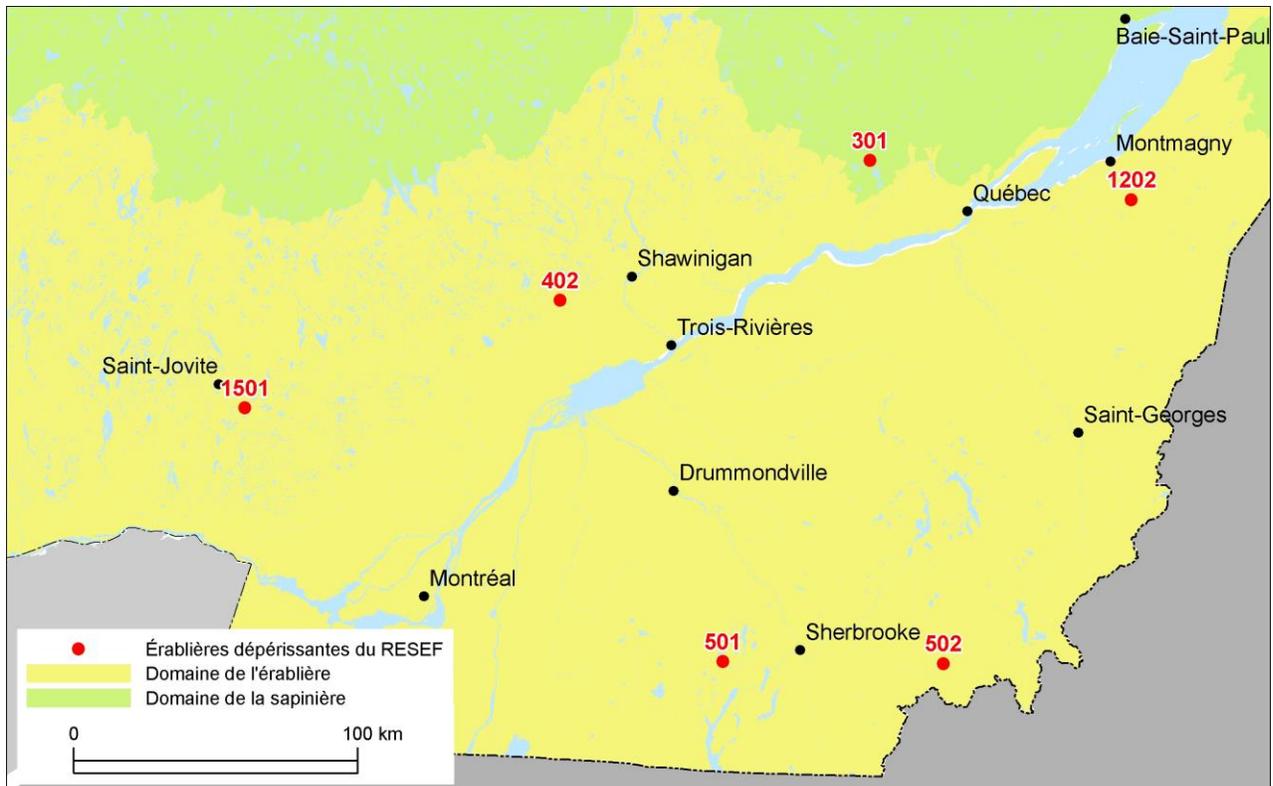
### **1. Méthodologie**

L'analyse de rentabilité du chaulage en termes de production de matière ligneuse est réalisée en comparant des scénarios de coupes jardinatoires avec chaulage et sans chaulage dans le Modèle d'investissement de rentabilité des investissements forestiers (BMMB, MÉRIS version 1.5.2, novembre 2015). La version la plus récente de l'outil est disponible en ligne à l'adresse suivante : <https://bmbb.gouv.qc.ca/analyses-economiques/outils-d-analyse/>

Pour la production de matière ligneuse, l'hypothèse de travail est que le scénario chaulage permet le maintien de la composition en ERS et est rentable économiquement. Le potentiel de rentabilité économique du chaulage en production de bois est basé sur le fait que l'ERS est une essence qui permet d'obtenir des produits dont la valeur économique est supérieure à celles obtenues par l'essence qui la remplacerait dans la canopée. Sans chaulage, l'ERS serait remplacé progressivement par du hêtre à grandes feuilles (HEG) de moins grande valeur économique. Cette hypothèse est inspirée des données forestières provenant d'un dispositif scientifique comprenant des érablières dépérissantes (voir le tableau 1 de la section 1.1).

#### **1.1 Les peuplements analysés**

Au total, six peuplements d'érablières sont analysés. Les données dendrométriques qui ont inspiré cette étude proviennent des peuplements d'érablières dépérissantes du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF) (Gagnon et al. 1994). Les peuplements dépérissants du RESEF sont situés dans différentes régions du Québec méridional (Figure 1). Notons que ces données sont à la base des intrants forestiers analysés tant en production de matière ligneuse qu'en acériculture.



**Figure 1** – Localisation des érablières dépérissantes du réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF)

Pour obtenir un portrait d'une dynamique de dépérissement, une moyenne des données observées est présentée (tableau 1). Le tableau 1 indique le nombre de tiges marchandes (diamètre à hauteur de poitrine supérieur (DHP) > 9,1 cm) à l'hectare entre les premières prises de données (temps=0) et celles réalisées 20 ans plus tard. Les données brutes du RESEF par classes de DHP ne sont pas présentées dans le présent document. La diminution de l'ERS (9 %) se fait dans toutes les classes de DHP. Le HEG augmente de 42 % dû à un fort recrutement dans les perches de 10 cm et 12 cm (tableau 1).

**Tableau 1** : Compilation du peuplement moyen dépérissant du RESEF

	Données initiales observées	Données observées après 20 ans	Variation sur 20 ans
Essences principales	(tiges marchandes/ha)	(tiges marchandes/ha)	(%/ti)
BOJ	35	36	2 %
ERR	37	22	-40 %
ERS	295	267	-9 %
HEG	87	124	42 %
Total	454	450	-1 %

## 1.2 Les scénarios sylvicoles évalués et les rendements forestiers

Pour chacun des six peuplements, deux scénarios sylvicoles sont comparés; « chaulage » et « sans chaulage ». Plusieurs hypothèses ont été appliquées aux données du RESEF pour alimenter des scénarios sylvicoles à plus long terme.

Les données du scénario sylvicole « chaulage » proviennent d'une simulation SaMARE (Fortin, Bédard et Deblois, 2009) sur 20 ans à partir des données initiales observées. L'hypothèse est qu'une érablière chaulée a une croissance d'érablière non dépérissante, d'où la simulation de croissance avec le modèle de SaMARE adapté pour les érablières du Québec. À partir de la simulation de SaMARE, une première coupe de jardinage (CJ1) est simulée dans MÉRIS. Le résiduel est envoyé dans SaMARE pour une seconde évolution et ainsi de suite pour trois coupes jardinatoires (CJ2, CJ3 et CJ4).

Les données de la CJ1 du scénario « sans chaulage » sont les données du RESEF observées vingt ans après la prise de données initiales. Une première coupe de jardinage (CJ1) est simulée dans l'érablière dépérissante. Pour les coupes jardinatoires suivantes (CJ2, CJ3 et CJ4), les volumes bruts récoltés du scénario « sans chaulage » sont exactement les mêmes que leur homologue chaulé avec la différence que le HEG remplace la composante ERS dans le prélèvement (100 % de l'ERS prédit est remplacé par du HEG). Cette hypothèse fictive pour les peuplements « dépérissants » est considérée forte et favorise la rentabilité économique des scénarios « chaulage ». Devant l'incertitude du scénario dépérissant, ce test « extrême » permet de limiter les itérations.

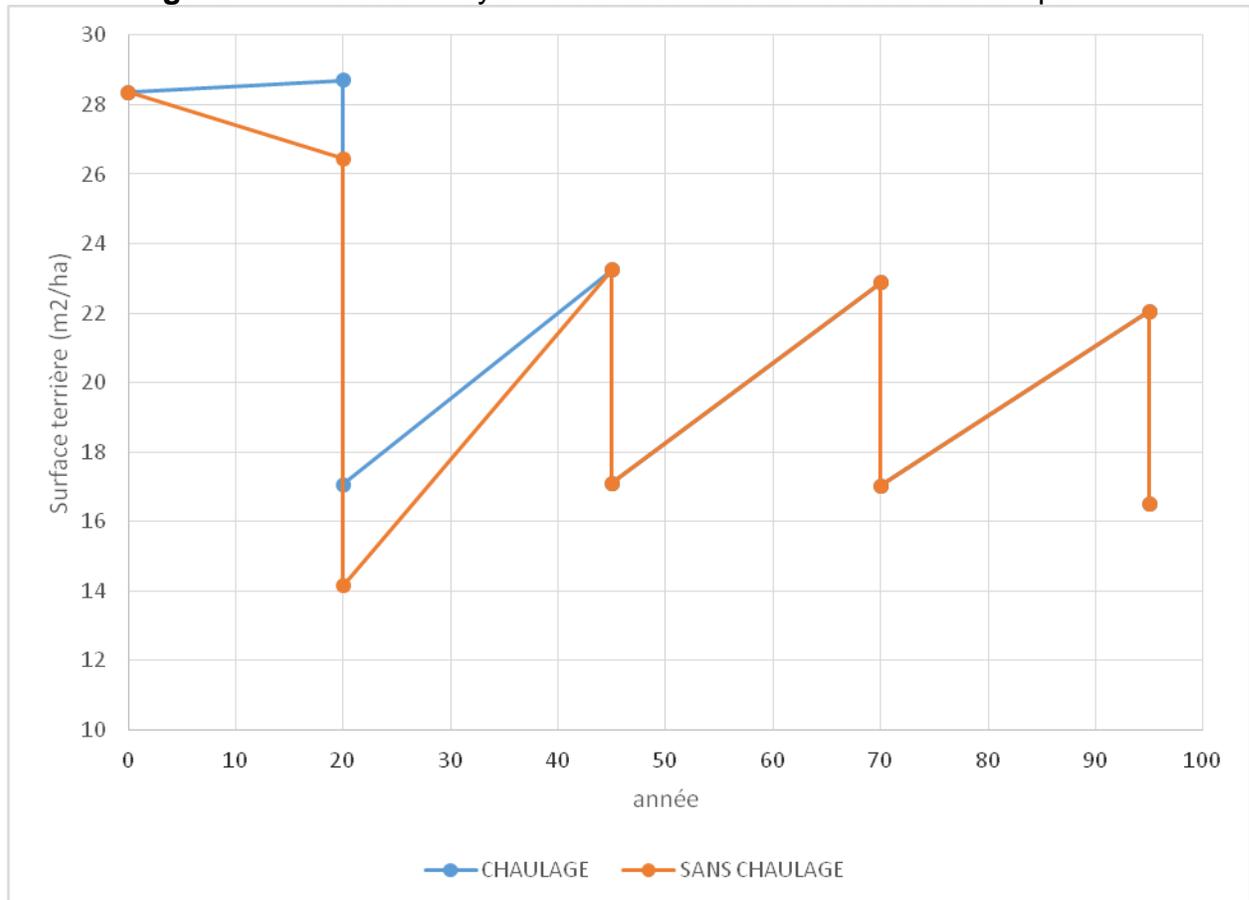
Le tableau 2 présente de manière synthèse les hypothèses forestières des scénarios « chaulage » et « sans chaulage » décrites précédemment.

**Tableau 2 :** Hypothèses forestières des scénarios « chaulage » et « sans chaulage »

Nom du scénario	« Chaulage »	« Sans chaulage »
Hypothèse de rendement	Se comporte comme la moyenne des érablières du Québec après le chaulage (simulation SaMARE)	Dépérissement observé et hypothèse pour les coupes CJ2-CJ3 et CJ4
Récolte CJ1	Simulation de récolte « CJ » dans données simulées SaMARE	Simulation de récolte « CJ » dans données observées dépérissantes
Récolte CJ2, CJ3, CJ4	Simulation de récolte « CJ2 » à partir de l'évolution 2. Simulation de récolte « CJ3 » à partir de l'évolution 3. Simulation de récolte « CJ4 » à partir de l'évolution 4.	Hypothèse pessimiste : Le HEG remplace l'ERS dans les simulations de récolte CJ2, CJ3 et CJ4.

Le tableau 3 indique les actions et les années des scénarios « chaulage » et « sans chaulage ». La première coupe (CJ1) a lieu vingt ans après le premier chaulage (temps=20). La CJ1 est simulée dans le MÉRIS et prélève 40 % de la surface terrière (ST). Le chaulage 2 a lieu à la vingtième année (tableau 3). Les coupes suivantes (CJ2, CJ3 et CJ4) sont décalées de 25 ans et de moins grande intensité (prélèvement de 25 % de ST). Le prélèvement de 25 % de la ST permet des rotations de 25 ans durables dans le temps (figure 2). Le pourcentage de récolte plus élevé de la CJ1 est relié à des surfaces terrières élevées au temps=20 (figure 2). Selon le Guide sylvicole du Québec tome 2 (Guillemette, F., et al. 2013), pour maximiser le rendement forestier dans l'érablière, la surface terrière devrait varier entre 16 et 24 m<sup>2</sup>/ha entre les rotations. La figure 2 présente la dynamique de la surface terrière analysée.

**Figure 2 – Évolution moyenne de la surface terrière dans le temps**



La durée entre les chaulages 2, 3 et 4 est fixée à 25 ans (tableau 3) et coïncide avec des rotations durables. L'hypothèse concernant une durée de chaulage de 25 ans est plausible. À ce sujet, l'expérience réalisée à Duchesnay par des chercheurs de la Direction de la recherche forestière (DRF) démontre que le chaulage du sol d'une érablière dépérissante sur une station pauvre et acide a un effet à long terme

(15 ans et plus) bénéfique sur le sol et sur la croissance de l'ERS (Duchesne, Moore et Ouimet, 2012).

**Tableau 3** : Actions des scénarios « chaulage » et « sans chaulage » pour la production ligneuse.

	Scénarios «chaulage»	Scénarios «sans chaulage»
Temps	Actions	
0	Chaulage 1	Aucune
20	Chaulage 2 et coupe jardinatoire (CJ1) (40 %)	Coupe jardinatoire (CJ1) (40 %)
45	Chaulage 3 et coupe jardinatoire (CJ2) (25 %)	Coupe jardinatoire (CJ2) (25 %)
70	Chaulage 4 et coupe jardinatoire (CJ3) (25 %)	Coupe jardinatoire (CJ3) (25 %)
95	Coupe jardinatoire (CJ4) (25 %)	Coupe jardinatoire (CJ4) (25 %)

### 1.3 L'analyse de rentabilité économique<sup>1</sup>

L'analyse économique a pour objectif de mesurer la rentabilité économique d'un investissement du point de vue de la société, c'est-à-dire qu'elle considère les coûts et les revenus pour tous les agents économiques de la société. L'évaluation économique vise à mesurer le bien-être ou la richesse totale que produit un investissement pour la société. Elle considère également le coût d'opportunité de l'investissement. Elle considère les travailleurs, les entreprises sylvicoles et de transformation et le gouvernement.

#### ***Le scénario de référence***

Dans le cadre des analyses de rentabilité des investissements forestiers, le coût d'opportunité est mesuré par un « scénario de référence », à savoir, le scénario « sans chaulage ».

En appliquant la notion de coût d'opportunité, l'évaluation économique mesure la richesse supplémentaire créée par l'investissement des scénarios « chaulage ».

#### ***Les revenus économiques***

Les revenus comptabilisés dans la présente analyse correspondent aux revenus de la production et de la transformation de la matière ligneuse, soit la valeur des bois sur pied, le bénéfice des entreprises et la rente salariale.

<sup>1</sup> Pour plus de détails concernant l'analyse de rentabilité économique, se référer au Guide d'analyse économique, disponible en ligne sur le site du BMMB : [https://bmmb.gouv.qc.ca/media/21740/guide\\_analyse\\_economique.pdf](https://bmmb.gouv.qc.ca/media/21740/guide_analyse_economique.pdf)

Dans le MÉRIS, la valeur des bois sur pied tendance correspond au revenu perçu par le propriétaire de la ressource (État québécois) additionnée des coûts de récolte en CPRS.

Le bénéfice des entreprises de récolte et de transformation du bois correspond aux revenus moins les coûts de réalisation et de production des entreprises (le bénéfice est exprimé en \$/m<sup>3</sup> et est basé notamment sur l'Enquête annuelle sur les manufactures (EAM) du Québec pour 2004 à 2008).

La rente salariale est la mesure de l'écart de richesse ou de bien-être pour le travailleur actif dans le secteur de la sylviculture, de la récolte et de la transformation du bois plutôt que dans un autre secteur d'activité économique. Plus précisément, la rente salariale correspond au salaire total du travailleur moins son salaire d'opportunité, c'est-à-dire le salaire qu'il pourrait obtenir ailleurs dans l'économie (autres domaines, chômage, sans-emploi).

Dans la présente étude, un bénéfice de 22,6 %, ainsi qu'une rente salariale de 8,7 % sont considérés comme revenus économiques pour l'action de chaulage. Ces pourcentages sont en partie basés sur l'Enquête sur les coûts de la sylviculture des forêts du domaine de l'État 2007-2008. Par exemple, si le coût de chaulage est de 550 \$/ha, des revenus économiques de 172 \$/ha ((22,6 % + 8,7 %) \* 550 \$/ha) seront considérés dans l'analyse.

Le tableau 4 présente les revenus économiques totaux (\$/m<sup>3</sup>) entre différentes qualités de billes de ERS et de HEG pour la zone de tarification 650, zone choisie pour l'analyse de base. Pour chaque « essence-qualité », les revenus économiques (\$/m<sup>3</sup>) totaux sont la somme de la « valeur des bois sur pied tendance », du bénéfice des entreprises de récolte et de transformation du bois et de la rente salariale.

**Tableau 4 : Revenus économiques totaux (\$/m<sup>3</sup>) par qualité de billes (PETRO)**

Zone de tarification	Essence	Sciage F1	Sciage F2	Sciage F3	Sciage F4	Pâte
650	HEG	95,00 \$	94,64 \$	89,40 \$	68,50 \$	68,50 \$
	ERS	145,33 \$	142,88 \$	109,07 \$	68,50 \$	68,50 \$
	écart	50,34 \$	48,24 \$	19,67 \$	0,00 \$	0,00 \$

### **Les coûts**

Avant de pouvoir établir une prescription de chaulage dans une érablière dépérissante, il est obligatoire d'effectuer un diagnostic de son état de santé et d'effectuer des analyses foliaires ou de sols (Anneco, Moore, Ouimet, 2012). Il est bon de rappeler que le chaulage est un outil qui permet de pallier à des carences nutritives spécifiques. Cependant, le coût du diagnostic n'entre pas dans le calcul de la rentabilité économique, car il constitue un coût irrécupérable, c'est-à-dire que ce coût est déjà engagé et ne peut être récupéré peu importe la décision de chauler ou non. Par

conséquent, celui-ci ne doit pas entrer en ligne de compte dans la décision d'investissement (Stephen A. Ross et al., 2011 : p.304).

Le coût de chaulage utilisé dans la présente analyse est une estimation pour la Beauce, une région où il y a présence de dépérissement dans les érablières et où le chaulage est réalisé dans des érablières privées. Le coût de chaulage est estimé à 550 \$/hectare (DRF). Un traitement connexe de nettoyage du HEG en sous couvert fait partie de l'analyse de sensibilité et est évalué à 900 \$/ha (estimation basée sur des contrats réalisés dans la région de l'Outaouais). L'autre coût comptabilisé dans la présente analyse correspond au coût de récolte (bord de chemin) estimé à l'aide des équations de productivité développées par FPIInnovations (Meek, 2009). Les autres coûts d'approvisionnement sont intégrés (soustraits) dans la valeur tendance des bois sur pied utilisée (coût de construction et d'entretien des chemins, coût de transport, frais d'administration et autres coûts).

Le tableau 5 indique les coûts et les revenus économiques pour les différents agents économiques.

**Tableau 5 : Revenus et coûts économiques pour la production de bois**

<b>Revenus et coûts</b>	<b>Revenus et coûts par agent</b>
<b>Revenus</b>	Bénéfices nets des entreprises (sylviculture, récolte et transformation)
	Rente salariale (sylviculture, récolte et transformation)
	Revenus du gouvernement : valeur des bois sur pieds (redevances tendance)
<b>Coûts</b>	Coût de récolte, coût du chaulage et du nettoyage

### ***Le facteur temps : le taux d'actualisation***

Le taux d'actualisation utilisé dans la présente analyse est un taux de 4 % dégressif à partir de la trentième année. L'actualisation reflète la préférence pour le présent, autrement dit, un dollar d'aujourd'hui vaut plus qu'un dollar de demain.

### ***Horizon***

La durée de l'analyse de rentabilité du chaulage est fixée à 95 ans. Le chaulage est un projet de long terme et il apparaît essentiel de regarder son effet sur plus qu'une coupe jardinatoire. Il est également important de définir un horizon commun pour l'ensemble des scénarios afin de les rendre comparables.

### ***Les critères décisionnels***

Le principal critère décisionnel dans la présente étude est la valeur actuelle nette (VAN). La VAN mesure la valeur actualisée nette du projet en dollars d'aujourd'hui; soit la différence entre les revenus actualisés et les coûts actualisés.

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{R}{(1+i)^t} - \frac{C}{(1+i)^t}$$

Où R : revenus, C : coûts, i : taux d'actualisation, t : années, n : horizon de l'analyse en années

Le calcul de la VAN est réalisé pour chaque scénario « chaulage » et « sans chaulage » et à l'échelle d'un hectare aux fins de comparaison. Le différentiel de VAN ( $\Delta VAN$ ) permet de capter le gain ou la perte de richesse associé à la réalisation du scénario « chaulage » versus le scénario « sans chaulage ».

$$\Delta VAN = VAN_{\text{scénario chaulage}} - VAN_{\text{scénario sans chaulage}}$$

Dans cette analyse, puisque l'horizon de temps est le même entre les différents scénarios analysés, le recours à la perpétuité n'est pas requis comme c'est le cas pour l'indicateur économique du MÉRIS utilisé pour comparer des scénarios d'horizons différents. L'indicateur économique (I.E.) utilisé dans la présente analyse correspond au différentiel de VAN ( $\Delta VAN$ ) divisé par le coût d'investissement et diffère de celui dans MÉRIS uniquement par la notion de perpétuité et du coût d'investissement. En effet, le coût d'investissement de la présente analyse est seulement la somme du coût actualisé du chaulage (et du nettoyage si applicable) sur l'horizon d'analyse. Les coûts de récolte ne sont pas considérés comme un investissement pour être en mesure de comparer les deux types de production.

$$\text{Indicateur économique} = \frac{VAN_{\text{scénario chaulage}} - VAN_{\text{scénario sans chaulage}}}{C_{\text{scénario chaulage}}}$$

## 2. Résultats

Le tableau 6 présente une synthèse des résultats économiques de l'analyse chaulage à des fins de production ligneuse.

**Tableau 6 : Résultats économiques synthèses**

Nom du peuplement	Scénario	Volume total récolté (m3)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.
Station-301	CHAULAGE	197	5 570 \$	2 749 \$	2 821 \$	418 \$	0,39
	SANS CHAULAGE	183	4 035 \$	1 633 \$	2 402 \$		
Station-402	CHAULAGE	216	5 543 \$	2 888 \$	2 655 \$	-323 \$	-0,30
	SANS CHAULAGE	214	4 762 \$	1 784 \$	2 978 \$		
Station-501	CHAULAGE	182	5 047 \$	2 736 \$	2 312 \$	-498 \$	-0,47
	SANS CHAULAGE	180	4 444 \$	1 635 \$	2 810 \$		
Station-502	CHAULAGE	185	4 928 \$	2 686 \$	2 242 \$	-282 \$	-0,27
	SANS CHAULAGE	181	4 167 \$	1 643 \$	2 524 \$		
Station-1202	CHAULAGE	187	5 097 \$	2 685 \$	2 412 \$	-178 \$	-0,17
	SANS CHAULAGE	188	4 281 \$	1 691 \$	2 590 \$		
Station-1501	CHAULAGE	208	5 814 \$	2 858 \$	2 956 \$	-262 \$	-0,25
	SANS CHAULAGE	214	5 046 \$	1 827 \$	3 218 \$		

Note du tableau 6 : zone de tarification forestière : 650.

Pour 5 stations sur 6, le ΔVAN est négatif (tableau 6). Seule la station 301 affiche un résultat positif avec un ΔVAN de + 418 \$ (tableau 6). Ce résultat positif est en partie relié à une plus grande quantité de volume produit pour le scénario « chaulage » lors de la CJ1. L'hypothèse d'une CJ1 de plus forte intensité (40 %) dans deux portraits différents (données observées du RÉSEF versus simulation SaMARE) crée un « gain » circonstanciel en volume pour le scénario « chaulage » sur la station 301. Ce gain circonstanciel est relié aux hypothèses forestières analysées et à une dynamique de dépérissement observé qui serait plus marqué pour la station 301. Dit autrement, le peuplement 301 dans le scénario sans chaulage est dans une dynamique de perte de volume marchand.

L'indicateur économique (I.E.) est le ΔVAN divisé par la somme actualisée de l'investissement en chaulage (1 060 \$). Un investissement de 1 060 \$ sur l'horizon

d'analyse est récupéré uniquement pour la station 301. L'indicateur économique pour cette station est de 0,39 \$. À chaque dollar investi, il y a 0,39 \$ de richesse créée.

En fonction des quelques scénarios « chaulage » testés (n=6), le chaulage permettrait d'accroître la VAN, mais pas suffisamment pour justifier l'investissement. Pour les 6 stations testées, l'amplitude du  $\Delta$ VAN entre le scénario chaulage et sans chaulage varie entre - 498 \$ et + 418 \$. L'analyse de sensibilité pour les paramètres déterminants de l'analyse permettra de voir la volatilité de ces résultats et faire les interprétations qui en découlent.

### 3. Sensibilité des résultats

L'analyse de sensibilité permet de tester la stabilité des résultats précédents. Une analyse de sensibilité a été effectuée sur trois paramètres jugés majeurs.

- **Écart de valeur économique entre l'ERS et l'HEG** : variation de la zone de tarification forestière en fonction de l'écart de valeur ( $\Delta$  \$/m<sup>3</sup>) entre ces deux essences.
- **Niveau d'intervention et traitement connexe** : ajout d'un traitement connexe obligatoire pour maintenir la composition d'ERS. Le traitement connexe est une action de nettoyage de la végétation compétitrice en sous couvert pour tester une augmentation des coûts d'investissement.
- **Durée du chaulage augmentée** : 2 chaulages au lieu de 4 (temps 0 et 45).

#### 3.1 Écart de revenus économiques entre l'ERS et le HEG

La valeur des revenus économiques considérée peut-elle avoir une influence sur la rentabilité économique des scénarios « chaulage »? Intuitivement, il est évident que l'écart de valeur entre l'ERS et le HEG est déterminant et impacte le seuil de rentabilité des scénarios « chaulage ».

Par exemple, le scénario « chaulage » serait non rentable sur une zone où l'ERS vaut autant que le HEG. En effet, puisque l'HEG remplace l'ERS, s'il est d'une même valeur, l'investissement n'est pas justifiable puisque les revenus générés seraient égaux (à production forestière égale). À l'opposé, si un mètre cube de qualité sciage d'ERS vaut 500 \$ et un mètre cube de hêtre 50 \$, le scénario « chaulage » serait probablement très rentable économiquement.

Le tableau 7 présente les revenus économiques pour les zones de tarification 153 et 650. La zone 650 est la zone utilisée pour les résultats de l'analyse de base (tableau 6). La zone 153 est la zone de tarification testée en sensibilité. La zone 153 est la zone de tarification forestière québécoise où l'écart des revenus est maximal en faveur de l'ERS en comparaison avec le HEG. Il est important de noter que pour une même zone de tarification, les billes de qualité F4 et pâte d'ERS et de HEG ont la même valeur économique totale (Tableau 7). Autrement dit, cela veut dire que ce n'est pas avec le volume des billes d'ERS de qualité « F4 » et « Pâte » que le chaulage sera justifié économiquement, mais avec la valeur des sciages d'ERS de qualité F1-F2 et F3.

**Tableau 7 : Revenus économiques totaux (\$/m<sup>3</sup>) par essence et qualité de billes (PETRO) pour deux zones de tarification forestière**

Zone de tarification	Essence	Sciage F1	Sciage F2	Sciage F3	Sciage F4	Pâte
153 (écart MAX)	HEG	95,23 \$	94,80 \$	87,77 \$	64,75 \$	64,75 \$
	ERS	153,23 \$	150,45 \$	112,19 \$	64,75 \$	64,75 \$
	écart	58,00 \$	55,65 \$	24,42 \$	0,00 \$	0,00 \$
650	HEG	95,00 \$	94,64 \$	89,40 \$	68,50 \$	68,50 \$
	ERS	145,33 \$	142,88 \$	109,07 \$	68,50 \$	68,50 \$
	écart	50,34 \$	48,24 \$	19,67 \$	0,00 \$	0,00 \$

Le tableau 8 présente des résultats pour les deux zones de tarification testées et l'effet sur le  $\Delta$ VAN et l'indicateur économique.

**Tableau 8 : Résultats économiques synthèses (effet de l'écart de revenus ERS et HEG)**

Nom du peuplement	Scénario	ZT 650			ZT 153			Effet de l'écart de valeur
		VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	i.e	VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	i.e	$\Delta$ VAN <sub>ZT 153</sub> - $\Delta$ VAN <sub>ZT 650</sub>
Station-301	CHAULAGE	2 821 \$	418 \$	0,39	2 758 \$	505 \$	0,48	87 \$
	SANS CHAULAGE	2 402 \$			2 253 \$			
Station-402	CHAULAGE	2 655 \$	-323 \$	-0,30	2 495 \$	-275 \$	-0,26	48 \$
	SANS CHAULAGE	2 978 \$			2 770 \$			
Station-501	CHAULAGE	2 312 \$	-498 \$	-0,47	2 203 \$	-479 \$	-0,45	19 \$
	SANS CHAULAGE	2 810 \$			2 683 \$			
Station-502	CHAULAGE	2 242 \$	-282 \$	-0,27	2 101 \$	-255 \$	-0,24	27 \$
	SANS CHAULAGE	2 524 \$			2 356 \$			
Station-1202	CHAULAGE	2 412 \$	-178 \$	-0,17	2 319 \$	-104 \$	-0,10	74 \$
	SANS CHAULAGE	2 590 \$			2 424 \$			
Station-1501	CHAULAGE	2 956 \$	-262 \$	-0,25	2 882 \$	-170 \$	-0,16	92 \$
	SANS CHAULAGE	3 218 \$			3 052 \$			
moyenne								58 \$

Un écart de revenus économiques favorisant l'ERS (ZT 153) fait augmenter le différentiel de VAN entre le scénario « chaulage » et son homologue « sans chaulage » (tableau 8). L'écart de valeur favorisant l'ERS (ZT 153) a un effet positif sur la rentabilité du chaulage, sur la VAN. En moyenne, l'augmentation du  $\Delta$ VAN entre les zones 153 et 650 a été de 58 \$ (tableau 8). L'interprétation ne change pas tellement en raison de la modeste variation des revenus entre les deux zones (tableau 7), ainsi que le faible volume de sciage d'ERS de qualité en jeu.

Le prélèvement moyen analysé dans le scénario chaulage est de 52 m<sup>3</sup> bruts ou 42 m<sup>3</sup> nets. La composante ERS représente 70 % de ce volume (environ 30 m<sup>3</sup> net). De ces 30 m<sup>3</sup>, seulement 11 m<sup>3</sup> (39 %) est de qualité sciage avec une valeur supplémentaire par m<sup>3</sup> (tableau 9).

**Tableau 9 - Prélèvement moyen d'ERS des scénarios « chaulage »**

Volume net total récolté	Volume net d'ERS	Volume de sciage de qualité F1-F2-F3	Volume de qualité F4 ou Pâte
42	30	11	18
	100 %	39 %	61 %

### 3.2 Niveau d'intervention et traitements non commerciaux connexes

Les scénarios « chaulage » analysés avaient comme prémisse qu'une action de chaulage par rotation permet de maintenir la composition en ERS dans le peuplement. Cette prémisse prenait en compte des conditions de régénération favorable à l'établissement et à la croissance des semis et gaulis d'ERS. Dépendamment des conditions en sous couvert, le chaulage sans autre action sylvicole pourrait s'avérer inefficace pour maintenir la composition en ERS.

Quelle est l'effet de l'ajout d'un traitement connexe de nettoyage en sous couvert (action supplémentaire obligatoire pour maintenir la composition en ERS dans un peuplement) sur la rentabilité économique du scénario « chaulage »? Le tableau 10 présente les coûts et revenus économiques considérés pour le traitement de nettoyage.

**Tableau 10 : Revenus et coûts économiques du traitement de nettoyage**

Traitement	Coût réel du traitement	% Rente salariale	% Bénéfice de l'entreprise	Revenus économiques (rente salariale + bénéfice de l'entreprise)	Revenus – coûts de l'action
NETTOIEMENT SC	900 \$/ha	28,89 %	10,58 %	355 \$	(545)\$

Note : les valeurs présentées sont au temps 0.

Le tableau 11 présente les résultats économiques synthèses avec l'inclusion d'un traitement connexe de nettoyage en sous couvert (coût réel de 900 \$/ha) au temps=0,1. L'effet sur le  $\Delta$ VAN est négatif (- 543 \$) et similaire pour les 6 peuplements

testés (tableau 11). Pour un même effet forestier (maintien de la composition en ERS), les coûts augmentent et la rentabilité diminue (tableau 11).

Pour 6 scénarios sur 6, l'obligation de nettoyer en sous couvert n'est pas justifiée économiquement. À ces coûts d'investissements, le  $\Delta VAN$  est négatif pour les 6 scénarios. Le niveau d'intervention pour maintenir l'ERS dans le temps est fonction de l'état initial de la station et peut miner la rentabilité en production de matière ligneuse.

**Tableau 11 : Résultats économiques synthèses (ajout d'un traitement de nettoyage en sous couvert)**

Nom du peuplement	Scénario	Sans nettoyage			Avec un nettoyage			Effet de l'ajout d'un nettoyage
		VAN (\$)	$\Delta VAN$ (\$)	I.E.	VAN (\$)	$\Delta VAN$ (\$)	I.E.	$\Delta VAN$ avec nettoyage- $\Delta VAN$ sans nettoyage
Station-301	CHAULAGE	2 821 \$	418 \$	0,39	2 278 \$	-124 \$	-0,06	-542 \$
	SANS CHAULAGE	2 402 \$			2 402 \$			
Station-402	CHAULAGE	2 655 \$	-323 \$	-0,30	2 112 \$	-866 \$	-0,44	-543 \$
	SANS CHAULAGE	2 978 \$			2 978 \$			
Station-501	CHAULAGE	2 312 \$	-498 \$	-0,47	1 769 \$	-1 041 \$	-0,53	-543 \$
	SANS CHAULAGE	2 810 \$			2 810 \$			
Station-502	CHAULAGE	2 242 \$	-282 \$	-0,27	1 699 \$	-825 \$	-0,42	-543 \$
	SANS CHAULAGE	2 524 \$			2 524 \$			
Station-1202	CHAULAGE	2 412 \$	-178 \$	-0,17	1 869 \$	-721 \$	-0,37	-543 \$
	SANS CHAULAGE	2 590 \$			2 590 \$			
Station-1501	CHAULAGE	2 956 \$	-262 \$	-0,25	2 413 \$	-805 \$	-0,41	-543 \$
	SANS CHAULAGE	3 218 \$			3 218 \$			

moyenne -543 \$

### 3.3 Durée du chaulage augmentée

Dans l'analyse de base, il y a quatre (4) chaulages dans l'horizon de 95 ans (tableau 3). L'hypothèse testée est que seulement deux chaulages permettraient de maintenir la production d'ERS dans le temps. Cette hypothèse est jugée plausible. Une activité de chaulage au temps 0 et au temps 45 ans diminue le coût d'investissement. Les résultats synthèses sont présentés au tableau 12.

L'effet moyen sur le  $\Delta$ VAN est positif (+ 250 \$) et similaire pour les 6 peuplements testés (tableau 12). Pour un même effet forestier (maintien de la composition en ERS), les coûts diminuent et la rentabilité augmente (tableau 12).

**Tableau 12 – Effet de l'augmentation de la durée du chaulage**

Nom du peuplement	Scénario	de base			Durée du chaulage augmentée			Effet de l'augmentation de la durée du chaulage
		VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	I.E.	VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	I.E.	$\Delta$ VAN durée augmentée - $\Delta$ VAN de base
Station-301	CHAULAGE	2 821 \$	418 \$	0.39	3 071 \$	669 \$	0,82	251 \$
	SANS CHAULAGE	2 402 \$			2 402 \$			
Station-402	CHAULAGE	2 655 \$	-323 \$	-0.30	2 905 \$	-73 \$	-0,09	250 \$
	SANS CHAULAGE	2 978 \$			2 978 \$			
Station-501	CHAULAGE	2 312 \$	-498 \$	-0.47	2 562 \$	-248 \$	-0,31	250 \$
	SANS CHAULAGE	2 810 \$			2 810 \$			
Station-502	CHAULAGE	2 242 \$	-282 \$	-0.27	2 492 \$	-32 \$	-0,04	250 \$
	SANS CHAULAGE	2 524 \$			2 524 \$			
Station-1202	CHAULAGE	2 412 \$	-178 \$	-0.17	2 662 \$	72 \$	0,09	250 \$
	SANS CHAULAGE	2 590 \$			2 590 \$			
Station-1501	CHAULAGE	2 956 \$	-262 \$	-0.25	3 206 \$	-12 \$	-0,01	250 \$
	SANS CHAULAGE	3 218 \$			3 218 \$			
moyenne								250 \$

Pour 4 scénarios sur 6, le  $\Delta$ VAN est négatif. La rentabilité s'améliore autant que la diminution des coûts.

## **Volet acéricole**

### **1. Méthodologie**

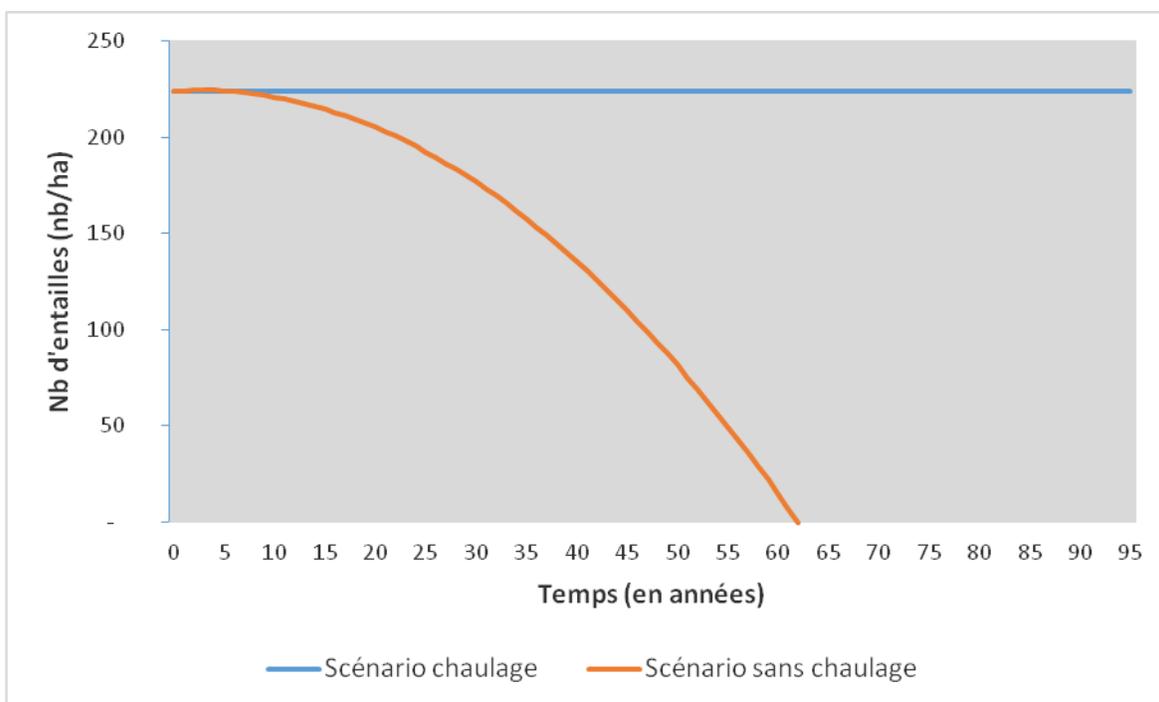
L'analyse de rentabilité du chaulage en production acéricole est réalisée en comparant la valeur de la production acéricole des scénarios avec chaulage et sans chaulage. Tout comme la production de matière ligneuse, le changement de composition dans le temps joue un rôle important dans les résultats obtenus, puisque le nombre d'entailles va diminuer dans le temps (voir tableau 1). Contrairement à l'analyse de la production de matière ligneuse, MÉRIS n'a pas été utilisé pour la production acéricole puisque les valeurs acéricoles n'y sont pas intégrées. Toutefois, les mêmes principes d'évaluation économique ont été appliqués pour pouvoir comparer la production de matière ligneuse et acéricole.

#### **1.1 Le peuplement analysé**

Pour le volet acéricole, un seul peuplement est analysé. Le peuplement analysé est une moyenne des six peuplements du RESEF, puisque les six peuplements pris individuellement ne permettent pas d'avoir une dynamique de dépérissement pour le scénario sans chaulage. De plus, la principale hypothèse qui diffère entre les scénarios est le nombre d'entailles (voir tableau 14). Ce paramètre a été traité dans l'analyse de sensibilité.

#### **1.2 Les scénarios acéricoles et les rendements acéricoles**

Comme pour la production de matière ligneuse, deux scénarios sont analysés : le scénario chaulage et sans chaulage. Pour le scénario avec chaulage, l'hypothèse que le chaulage permet de maintenir le nombre d'entailles dans le temps est posée. Pour le scénario sans chaulage, le point de départ est le même que le scénario sans chaulage, mais le nombre d'entailles diminue dans le temps et atteint zéro à la 62<sup>e</sup> année. Les données réelles du nombre d'entailles sur 20 ans ont été modélisées et extrapolées sur 95 ans, pour couvrir le même horizon de temps que la production de matière ligneuse. Malgré le peu d'observations, il s'agit de la meilleure information disponible pour extrapoler et prédire la perte d'entailles d'ERS dans le temps. Le nombre d'entailles pour les deux scénarios est représenté à la Figure 3. La figure 3 indique une perte relativement rapide du nombre d'entailles dans le scénario sans chaulage.



**Figure 3 :** Nombre d'entailles pour chaque scénario (entailles/ha)

Le nombre d'entailles du peuplement est calculé selon les normes du MFFP (tableau 13). Plus précisément, le décompte des entailles d'ERS est fonction du DHP (tableau 13).

**Tableau 13 :** Nombre d'entailles en fonction du DHP

DHP	Nb d'entailles (maximales)
20 cm et moins	0
20 à 39 cm	1
40 à 59 cm	2
60 à 79 cm	3
80 cm et plus	4

Le rendement à l'entaille utilisé pour calculer la production annuelle de sirop d'érable est constant et est le même pour les deux scénarios, soit 2,12 lb/entaille. Ce rendement correspond à la moyenne des rendements à l'entaille du Québec de 1981 à 2014 (données de la Fédération des producteurs acéricoles du Québec, 2014).

### 1.3 L'analyse de rentabilité économique

Comme pour la production de matière ligneuse, le scénario de référence, les revenus et les coûts économiques, le taux d'actualisation et l'horizon pour la production acéricole sont décrits dans cette section.

### ***Le scénario de référence***

Le scénario de référence pour la production acéricole est le même qu'en production de matière ligneuse. Il s'agit du scénario sans chaulage.

### ***Les revenus économiques***

Les revenus économiques considérés dans la production acéricole sont différents de ceux de la production de matière ligneuse. La présente étude considère les bénéfices des producteurs acéricoles, les bénéfices des cabanes à sucre (repas de cabane à sucre), bénéfice des entreprises sylvicoles, les rentes salariales, ainsi que le taux locatif des érablières (voir le tableau 14).

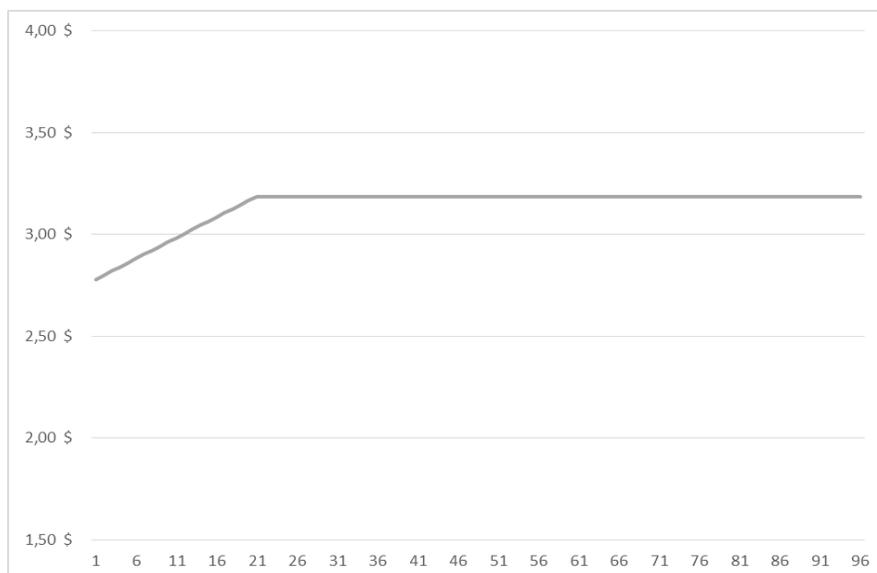
D'abord, les revenus pour le producteur acéricole sont fonction de la production (lb/ha), soit le nombre d'entailles à l'hectare multiplié par le rendement à l'entaille. La production est évaluée avec le prix du sirop d'érable, ainsi qu'avec un pourcentage de marge bénéficiaire moyen (détails plus bas).

Les revenus des cabanes à sucre sont aussi considérés. Plus précisément, il s'agit des revenus nets qui peuvent être gagnés grâce aux revenus de restauration. Le calcul est similaire à celui des producteurs acéricoles. Il faut toutefois être conscient que les revenus de cabane à sucre sont nettement inférieurs aux revenus de la production de sirop, puisque la plupart des revenus de cabanes à sucre se font sur terre privée.

La rente salariale est évaluée de la même façon que pour la production de matière ligneuse. De plus, pour les entreprises sylvicoles, les mêmes pourcentages de bénéfices sont utilisés.

L'hypothèse est faite que toute la production est évaluée au prix du sirop en vrac. Les ventes en vrac, ainsi que les ventes d'inventaire des producteurs représentaient au total 83 % de la production de 2010 (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2012). Le reste étant les ventes avec intermédiaires et les ventes à la ferme. Cependant, puisque les données sur les autres circuits de commercialisation ne sont pas disponibles, l'ensemble de la production est évalué au prix du vrac.

Le prix du sirop d'érable utilisé est basé également sur les données de la Fédération des producteurs acéricoles du Québec. Un modèle de régression linéaire a été utilisé pour prédire le prix des 20 prochaines années. Pour être plutôt conservatrice sur le prix, la prévision de la 20<sup>e</sup> année a été utilisée pour les années 21 à 95. La figure 4 indique le prix du sirop par année. Le prix de la première année est de 2,78 \$/lb et ce prix augmente de 0,02 \$/année, pour atteindre 3,19 \$/lb à la 20<sup>e</sup> année (figure 4).



**Figure 4 : Prix du sirop (\$/lb) pour l'analyse dans le temps**

Tout comme dans l'analyse de rentabilité économique en production de matière ligneuse, les revenus calculés sont des revenus nets. Pour ce faire, on utilise 15,53 % de marge bénéficiaire pour les producteurs acéricoles (moyenne des données disponibles, soit 2000 à 2013 pour les producteurs agricoles moyens québécois, Statistique Canada).

L'étude considère également la moyenne du taux locatif des érablières sur terre publique pour le Québec qui est de 77,31 \$/ha pour 2015.

Somme toute, tous les paramètres utilisés sont les mêmes pour les deux scénarios, à l'exception du nombre d'entailles du chaulage. De plus, il est supposé que si les activités d'entaillage cessent, le propriétaire n'a plus aucun revenu (aucun revenu de production ligneuse). La sensibilité de la plupart des hypothèses décrites dans cette section est évaluée à la section 3.

**Tableau 14 : Hypothèses concernant la production acéricole**

Élément	Chaulage	Sans chaulage
Nombre d'entailles	224	Décroit dans le temps
Rendement à l'entaille	2,12 lb/entaille	2,12 lb/entaille
Pourcentage de marge bénéficiaire pour le producteur acéricole	15,53 %	15,53 %
Prix du sirop	Prévision pour les 20 premières années et constant jusqu'à 95 ans	Prévision pour les 20 premières années et constant jusqu'à 95 ans
Pourcentage de marge bénéficiaire pour les repas de cabanes à sucre	3,13 %	3,13 %

Élément	Chaulage	Sans chaulage
Rente salariale pour la production acéricole	35,57 % du salaire	35,57 % du salaire
Rente salariale pour les repas de cabanes à sucre	40,63 % du salaire	40,63 % du salaire
Rente salariale pour le chaulage	8,7 % du coût du traitement	N/A
Bénéfice net des entreprises sylvicoles (chaulage)	22,6 % du coût du traitement	N/A
Taux locatif des érablières sur terre publique	77,31 \$/ha	77,31 \$/ha

### **Les coûts**

Le coût de chaulage utilisé est le même que pour la production de matière ligneuse (550 \$/ha). De même, l'hypothèse qu'un premier chaulage est fait au départ (année 0), un deuxième à 20 ans, un troisième à 45 ans, ainsi qu'un quatrième à la 70<sup>e</sup> année est posée.

Indirectement, les coûts de production acéricole sont considérés. Plus précisément, en l'absence de données récentes sur les coûts de production, l'utilisation des revenus nets (marge bénéficiaire) plutôt que bruts permet de tenir compte des coûts. Il en va de même pour les revenus de cabanes à sucre.

**Tableau 15 : revenus et coûts économiques pour la production acéricole**

Revenus et coûts	Revenus et coûts par agent
<b>Revenus</b>	Bénéfices nets des producteurs de sirop (\$/ha)
	Bénéfices nets des cabanes à sucre (resto) (\$/ha)
	Bénéfices nets des entreprises de sylviculture (\$/ha)
	Revenus du gouvernement : taux locatif (\$/ha)
	Rente salariale pour les ménages : rente salariale de la production de sirop, des cabanes à sucre et des entreprises sylvicoles (\$/ha)
<b>Coûts</b>	Coût du chaulage

### **Le taux d'actualisation, les critères décisionnels et l'horizon**

Le taux d'actualisation utilisé dans l'analyse est le même que dans la production de matière ligneuse. Les critères décisionnels sont également les mêmes, soient la VAN (sur 95 ans), le différentiel de VAN entre les 2 scénarios et l'indicateur économique.

Finalement, pour être en mesure de comparer les VAN entre la production ligneuse et acéricole, l'horizon d'analyse est fixé à 95 ans.

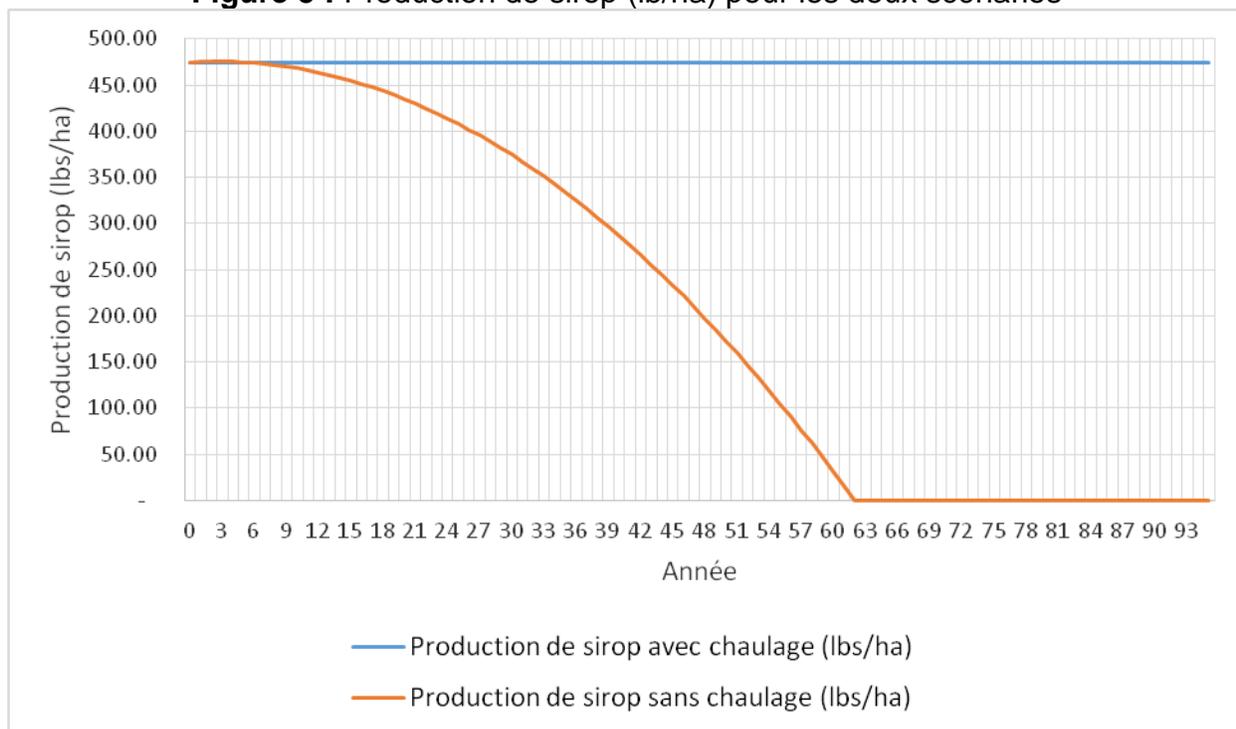
## 2. Résultats

Sous l'ensemble des hypothèses utilisées, le scénario chaulage permet de générer une VAN supérieure au scénario sans chaulage (tableau 16). En effet, le scénario avec chaulage présente une VAN de 9 795 \$, alors que le scénario sans chaulage de 7 104 \$. Le différentiel de VAN (2 691 \$) s'explique essentiellement par la chute des entailles sur l'horizon de 95 ans. Puisque la production acéricole chute rapidement et atteint 0 à 62 ans (figure 5), le scénario sans chaulage ne permet plus de dégager des revenus, ce qui le rend moins intéressant par rapport au scénario alternatif (figure 5). De plus, il est permis de croire qu'un producteur acéricole cessera ses opérations avant d'atteindre 0 entaille, accentuant ainsi encore plus le différentiel de VAN entre les deux scénarios.

**Tableau 16 : Résultats de la production acéricole**

Scénario	Production totale pour 95 ans (lb)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	I.E.
Scénario avec chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	2 691 \$	2,54
Scénario sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$		

**Figure 5 : Production de sirop (lb/ha) pour les deux scénarios**



### 3. Sensibilité des résultats

Tel que vu à la section précédente, les hypothèses pour le scénario avec et sans chaulage sont identiques, à l'exception du nombre d'entailles. La présente section s'attarde à modifier ces paramètres et générer des écarts plus importants entre les deux scénarios, afin d'encadrer les limites de l'analyse. La sensibilité des résultats précédents a été évaluée pour les paramètres suivants :

- Le nombre d'entailles;
- Le rendement à l'entaille;
- Le niveau d'intervention et de traitements non commerciaux connexes
- Une combinaison des paramètres importants.

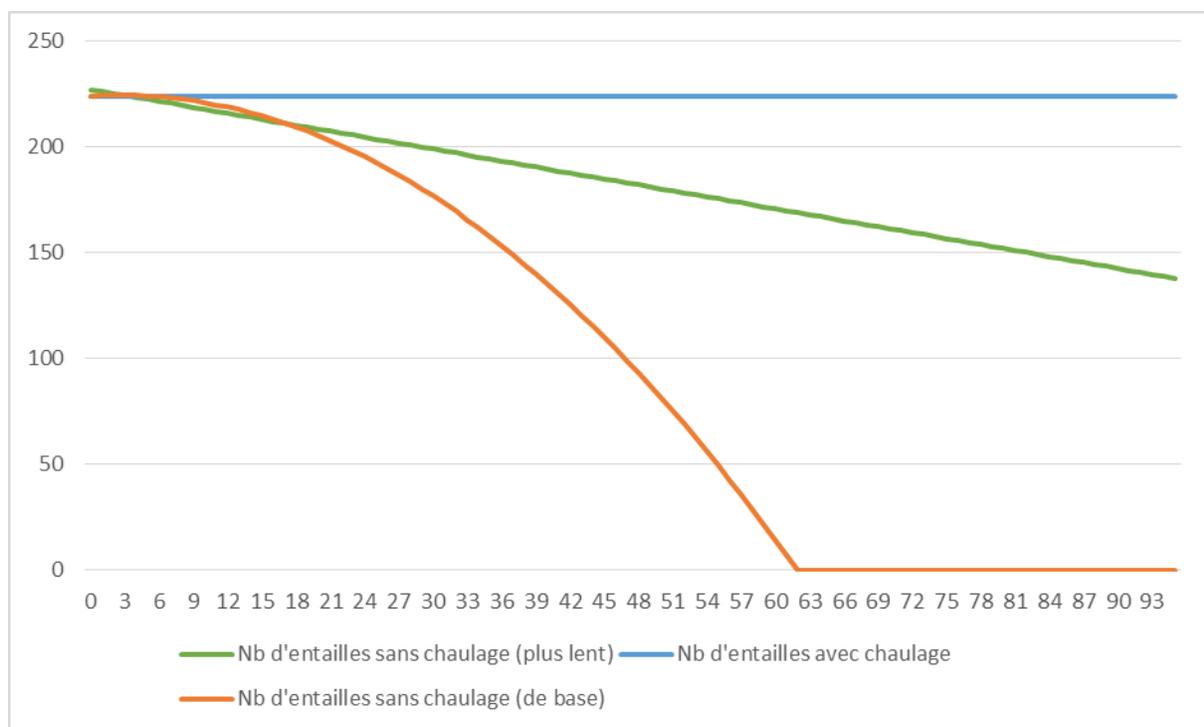
#### 3.1 Nombre d'entailles

La principale hypothèse affectant la rentabilité est le nombre d'entailles entre les deux scénarios. Cette hypothèse détermine l'écart de VAN entre les deux scénarios. Si l'hypothèse est faite que le nombre d'entailles diminue de façon linéaire dans le temps (dépérissement plus lent), on atteint 0 entaille après 242 ans. L'écart de VAN entre les deux scénarios est moins important avec une diminution linéaire du nombre d'entailles. Ce scénario moins alarmiste montre toute de même que la rentabilité est encore présente si le dépérissement se fait plus lentement. En modifiant cette hypothèse, la VAN du scénario chaulage est supérieure de 292 \$ (tableau 17). Bien que l'écart de VAN entre les deux scénarios ne soit pas si important, le scénario chaulage est encore préféré au scénario sans chaulage. Avec une perte d'entailles plus lente dans le scénario sans chaulage, l'indicateur économique passe de 2,54 à 0,28 (tableau 17). La rentabilité du chaulage varie en fonction du scénario d'opportunité (de référence), c'est-à-dire que plus le nombre d'entailles du scénario de référence diminue, plus la rentabilité du scénario chaulage augmente.

**Tableau 17** : Résultats avec diminution linéaire du nombre d'entailles

Hypothèse	Scénario	Production totale pour 95 ans (lb)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	I.E.
De base	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	<b>2 691 \$</b>	2,54
	Sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$		
Nb d'entailles qui diminue plus lentement	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	<b>292 \$</b>	0,28
	Sans chaulage	37 149	9 503 \$	- \$	9 503 \$		

Graphiquement, l'écart dans la VAN se reflète dans l'écart entre le nombre d'entailles puisque le rendement est constant (figure 6).



**Figure 6 :** Comparaison entre le nombre d'entailles des scénarios

### 3.2 Écart de rendement à l'entaille

L'impact du chaulage sur la coulée n'étant pas documenté, il faut s'interroger quant à son effet sur ce phénomène. Le DHP de l'ERS serait le facteur le plus important qui explique le volume de la coulée (Grenier, 2007). Les chercheurs indiquent aussi une bonne corrélation entre la croissance radiale et le volume de la coulée (Grenier, 2007). Le chaulage a un impact positif sur la croissance radiale (DUCHESNE et al., 2012). En croisant ces différentes recherches, il est permis de penser que le chaulage impacte positivement la coulée (en différentiel avec son homologue non chaulé). Un écart de rendement de 10 % entre le scénario avec chaulage (toujours la moyenne, soit 2,12 lb/entaille) et sans chaulage (diminution de 10 % du rendement, soit 1,91 lb/entaille) permet de rentabiliser l'investissement sur un horizon de temps plus court. En effet, en maintenant tous les autres paramètres constants, l'écart de la VAN sur 20 ans seulement devient pratiquement nul (-6 \$) (tableau 18). Dit autrement, le délai de récupération de l'investissement est plus court que dans l'analyse de base. Le rendement à l'entaille entre les scénarios est donc un paramètre déterminant de la rentabilité du chaulage. En supposant un écart de rendement entre le scénario avec chaulage et sans chaulage, l'écart entre les deux scénarios s'accroît, puisque la production du scénario de référence (sans chaulage) est diminuée par rapport au scénario de base, favorisant davantage le scénario avec chaulage. L'indicateur économique passe de 2,54 à 3,01 indiquant une plus grande rentabilité de l'investissement chaulage (tableau 18).

**Tableau 18 : Résultats avec un écart de rendement entre les scénarios**

Hypothèse	Scénario	Production totale (lb)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.	VAN sur 20 ans (\$)	ΔVAN sur 20 ans (\$)
De base	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	2 691 \$	2,54	3 981 \$	-325 \$
	Sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$			4 306 \$	
Écart de rendement entre les 2 scénarios	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	3 194 \$	3,01	3 981 \$	-6 \$
	Sans chaulage	18 274	6 601 \$	- \$	6 601 \$			3 987 \$	

### 3.3 Niveau d'intervention et traitements non commerciaux connexes

Ajouter un traitement connexe (un nettoyage avant le premier chaulage) revient à augmenter le coût de l'investissement impactant négativement la rentabilité. Toutefois, à long terme la rentrée de revenus supplémentaires dans le scénario avec chaulage permet de justifier cette intervention additionnelle nécessaire au maintien de l'ERS dans le temps. Sur l'horizon de 95 ans, la VAN est encore positive et supérieure à celle du scénario de référence (tableau 19). Néanmoins, l'augmentation des coûts diminue le rendement de l'investissement. L'indicateur économique passe de 2,54 à 1,09 (tableau 19).

**Tableau 19 : Résultats avec l'ajout d'un nettoyage**

Hypothèse	Scénario	Production totale pour 95 ans (lb)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.
De base	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	2 691 \$	2,54
	Sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$		
Avec nettoyage	Chaulage	45 551	11 211 \$	1 961 \$	9 250 \$	2 146 \$	1,09
	Sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$		

### 3.4 Combinaison de paramètres importants (sensibilité de type « worst case scenario »)

Puisque la plupart des paramètres testés dans l'analyse de sensibilité donnaient des résultats de rentabilité positive, des tests supplémentaires ont été effectués pour valider si la rentabilité positive du chaulage se maintenait lorsque plusieurs facteurs interagissent. En effet, en combinant certains paramètres qui diminuent la VAN (pire cas possible), il est possible de déterminer dans quels cas le chaulage pourrait être moins intéressant. Ainsi, les paramètres retenus sont :

- Un nombre d'entailles qui diminue plus lentement (scénario sans chaulage);
- Aucun revenu de cabane à sucre
- Un rendement à l'entaille faible de 1,56 lb/entaille pour les 2 scénarios (aucun écart de rendement entre les deux scénarios).

Sous ces hypothèses, la rentabilité devient limite, mais demeure positive. En effet, le différentiel de la VAN entre les deux scénarios est de 19 \$ (tableau 20). Ainsi, cette analyse démontre qu'il serait possible, dans les pires conditions, d'obtenir des scénarios où ne pas chauler serait préférable. Par exemple, ce pourrait être le cas si le nombre d'entailles diminue très lentement. De plus, cet exercice permet de démontrer l'importance de l'état initial du peuplement. En effet, si le peuplement dépérit lentement, puisque la perte d'entailles est plus graduelle, il est moins certain que le chaulage sera intéressant, surtout dans le cas où le rendement à l'entaille est faible.

**Tableau 20 : Résultats de l'analyse du pire cas possible**

Hypothèse	Scénario	Production totale pour 95 ans (lb)	Somme des revenus actualisés (\$)	Somme des coûts actualisés (\$)	VAN (\$)	$\Delta$ VAN (\$)	I.E.
Base	Chaulage	45 551	10 856 \$	1 061 \$	9 795 \$	2 691 \$	2,54
	Sans chaulage	20 304	7 104 \$	- \$	7 104 \$		
« Worst case scenario »	Chaulage	33 546	8 721 \$	1 061 \$	7 660 \$	<b>19 \$</b>	0,02
	Sans chaulage	27 359	7 641 \$	- \$	7 641 \$		

## Comparaison de la production ligneuse et acéricole

Un des objectifs de l'étude de cas était de comparer la rentabilité du chaulage entre la production de matière ligneuse et acéricole. Le tableau 21 présente les VAN,  $\Delta$ VAN et l'indicateur économique pour les deux productions analysées. Les résultats obtenus démontrent que le chaulage pour la production ligneuse est beaucoup moins rentable que pour la production acéricole (tableau 21). Le seul cas rentable en production ligneuse est le peuplement 301 avec un indicateur économique de 0,39. En production acéricole, l'indicateur économique de 2,54 indique un bien meilleur investissement (2,54 \$ de création de richesses par \$ investi). En termes de richesse absolue (VAN), il est intéressant de noter que la VAN de la production acéricole (9 795 \$) est supérieure aux VAN des scénarios en production de matière ligneuse (2 242 \$ à 2 956 \$).

**Tableau 21** - Comparaison des résultats économiques entre la production ligneuse et acéricole

Peuplements	Production ligneuse (scénario chaulage)			Production acéricole (scénario chaulage)		
	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.
Station-301	2 821 \$	418 \$	0,39	9795 \$	2 691 \$	2,54
Station-402	2 655 \$	-323 \$	-0,30			
Station-501	2 312 \$	-498 \$	-0,47			
Station-502	2 242 \$	-282 \$	-0,27			
Station-1202	2 412 \$	-178 \$	-0,17			
Station-1501	2 956 \$	-262 \$	-0,25			

Le tableau 22 compare les résultats économiques entre les deux productions pour les scénarios avec chaulage et nettoyage.

Le constat est le même, les investissements visant le maintien de l'ERS sont plus rentables en production acéricole. Tel que mentionné précédemment, aucun scénario en production ligneuse n'est rentable avec l'inclusion d'un nettoyage. En production acéricole, l'investissement est rentable avec un indicateur économique de 1,09 (tableau 22).

**Tableau 22** - Comparaison des résultats économiques entre la production ligneuse et acéricole pour les scénarios avec chaulage et nettoyage.

Peuplements	Production ligneuse (chaulage+nettoiemnt)			Production acéricole (chaulage+nettoiemnt)		
	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.	VAN (\$)	ΔVAN (\$)	I.E.
Station-301	2 278 \$	-124 \$	-0,06	9250 \$	2 146 \$	1,09
Station-402	2 112 \$	-866 \$	-0,44			
Station-501	1 769 \$	-1 041 \$	-0,53			
Station-502	1 699 \$	-825 \$	-0,42			
Station-1202	1 869 \$	-721 \$	-0,37			
Station-1501	2 413 \$	-805 \$	-0,41			

Sur un autre ordre d'idée, il est intéressant de faire le lien avec les revenus générés et la qualité du bois d'ERS. Les revenus en production ligneuse dépendent de la qualité des sciages, alors que les revenus pour la production acéricole n'en dépendent pas directement. L'érablière sur station pauvre et acide produit du sirop d'érable de qualité, mais est-ce que la station pauvre et acide une fois chaulée produira des sciages de qualité en quantité ?

## Discussion

### Pour la production de matière ligneuse

Pour les quelques scénarios testés, les scénarios « chaulage » sont généralement non rentables sauf pour le peuplement 301 qui affiche une perte de volume dans le scénario sans chaulage. Ce constat indique l'influence de l'état initial de l'érablière sur la rentabilité économique du chaulage.

Pour être rentable, par définition, il faut qu'il y ait un écart de valeur entre les sciages de qualité F1, F2 et F3 d'ERS (testés via la zone de tarification) et son essence de remplacement (Ex. : HEG dans la présente étude de cas). Cet écart de valeur (tableaux 4 et 7) est le fondement de l'investissement dans le chaulage de l'érablière dépérissant à des fins de production ligneuse.

En plus d'un écart de valeur suffisant, la régénération, les semis et les gaulis d'ERS doivent être libres de croître pour espérer atteindre la rentabilité. Si la régénération d'ERS est en péril parmi une compétition intense d'essences non désirées, il se peut que le recours à un traitement connexe obligatoire (un nettoyage en sous couvert) mine la rentabilité du scénario « chaulage ». Les six scénarios de « chaulage » nécessitant un nettoyage sont non rentables. À un certain niveau d'intervention et d'investissement, le maintien de l'ERS dans une hêtraie en devenir pourrait être un scénario risqué, onéreux et non rentable.

Le dépérissement est complexe et difficilement modélisable. N'existant pas de modèle de croissance sur le dépérissement des érablières, la production forestière analysée des scénarios « sans chaulage » repose sur une hypothèse logique. Devant un manque de connaissance du dépérissement, il a été jugé bon de tester une hypothèse de prélèvement des scénarios « sans chaulage » à l'avantage de la justification économique des scénarios « chaulage ». L'hypothèse favorisant les scénarios « chaulage » est que tout le volume d'ERS des CJ2, CJ3 et CJ4 est remplacé par du HEG (tableau 3). L'analyse du chaulage à des fins de production ligneuse s'est faite de manière itérative (autres itérations non présentées) et l'idée était de faire une démonstration par l'extrême pour limiter les itérations concernant la variabilité de la dendrométrie du scénario « sans chaulage ». Malgré cette hypothèse optimiste favorisant les scénarios « chaulage », il ne semble pas y avoir une grande fenêtre de rentabilité pour le chaulage à des fins de production ligneuse d'ERS. Une raison expliquant l'absence de rentabilité est le délai de temps entre l'investissement et sa capitalisation (Ex. : récolte forestière aux 25 ans). Une autre raison est le fait que la capitalisation se fait en coupes partielles sur une fraction du volume de qualité sciage F1, F2 et F3 d'ERS (voir tableau 9). Pour les six peuplements analysés, il se pourrait fort bien que les scénarios « chaulage » soient rentables en coupe totale au temps=20 (prélèvement de 100 % de la surface terrière), car la capitalisation se ferait sur tout le volume de qualité d'ERS du peuplement et à un moment plus rapproché dans le temps.

En terminant, la rentabilité en production ligneuse est fonction du coût d'investissement, des flux de bois analysés et de l'écart de valeur entre l'ERS et son essence de remplacement dans la canopée (le HEG dans la présente étude de cas). L'annexe A présente une analyse simplifiée du chaulage à des fins de production ligneuse d'ERS qui permet de se faire une idée de la fenêtre de rentabilité du chaulage de l'érablière.

### **Pour la production acéricole**

Dans le scénario de production acéricole étudié, le facteur le plus déterminant est le nombre d'entailles entre les deux scénarios. Le scénario sans chaulage doit présenter une diminution du nombre d'entailles suffisantes pour que le différentiel de VAN soit positif. Autrement dit, l'intérêt pour le chaulage est moins présent si le peuplement à l'étude ne démontre pas une perte d'entailles relativement importante.

Tout comme en production ligneuse, le portrait de l'érablière a un impact sur les résultats de rentabilité économique du chaulage.

Il est important de mentionner que le rendement à l'entaille utilisé est la moyenne provinciale. Les données disponibles ne permettent pas de savoir s'il existe un écart de rendement entre les terres publiques et privées. Il faut donc considérer cet élément dans les résultats.

Malgré tout, la combinaison de paramètres qui influencent négativement la rentabilité est sur la limite de la rentabilité. En effet, en combinant un ensemble de paramètres qui diminuent la rentabilité du chaulage, la rentabilité, bien que très limitée ( $\Delta VAN = 19 \$$ ) est toujours présente. Ainsi, malgré l'incertitude des paramètres choisis, ceci semble démontrer qu'il y a bien une valeur supplémentaire associée au chaulage (où applicable).

En ce qui concerne l'horizon de temps, une période aussi courte que 20 ans n'est pas assez longue pour rentabiliser l'investissement sous les hypothèses de base, puisque les revenus sont de petits montants récurrents. Si toutefois le rendement à l'entaille est inférieur dans le cas du scénario sans chaulage, l'investissement peut devenir plus intéressant, même sur un horizon court de 20 ans (tableau 18).

## **Conclusion**

Malgré que la réalisation de l'analyse ait requis des hypothèses dues à un manque de connaissance ou des connaissances partielles sur les effets du chaulage à l'échelle de la production acéricole ou ligneuse, la présente étude de cas permet de jeter un éclairage économique sur la rentabilité du chaulage des érablières déperissantes sur terres publiques au Québec. L'étude a identifié les facteurs impactant la rentabilité économique du chaulage des érablières en production ligneuse ou acéricole. Dans un contexte d'enveloppe budgétaire limitée et de maximisation économique des investissements en sylviculture (objectif ministériel), les investissements dans des

scénarios « chaulage et/ou nettoyage » devraient être alloués prioritairement à la production acéricole actuelle ou potentielle.

En production acéricole, le chaulage est un outil sylvicole économiquement prometteur pour la société québécoise et pour le locateur d'érablière sur terre publique, sous les hypothèses utilisées dans la présente analyse. À l'échelle de l'hectare, en production ligneuse, la rentabilité du chaulage serait modeste et conditionnelle. À l'échelle de l'unité d'aménagement forestier (UAF), l'aménagiste trouvera fort probablement un « investissement sylvicole » plus rentable que le chaulage de l'érablière dépérissante à des fins de production ligneuse !

## Annexe A – Analyse économique simplifiée (production ligneuse)

En production de matière ligneuse, la marge de manœuvre à l'investissement est directement reliée au coût de l'investissement requis versus la valeur supplémentaire générée par la production forestière visant des produits de plus grande valeur ajoutée.

Une compilation des données du système de « Mesuboïs » indique qu'environ 35 % du volume d'ERS mesuré au Québec (Forêt publique, période 2008 à 2012) est de qualité A-B ou C. Ces classes de qualité correspondent grosso modo aux classes PETRO F1-F2-F3 utilisées dans l'analyse. C'est ces classes de qualité qui ont une valeur ajoutée, car des billes de sciage F4 ou de pâte ont la même valeur entre l'ERS et le HEG (tableau 23).

**Tableau 23** : Exemple de « valeur supplémentaire » maximale de 1 m<sup>3</sup> d'ERS de qualité « F1 » versus 1 m<sup>3</sup> de HEG de qualité « Pâte » (\$/m<sup>3</sup>)

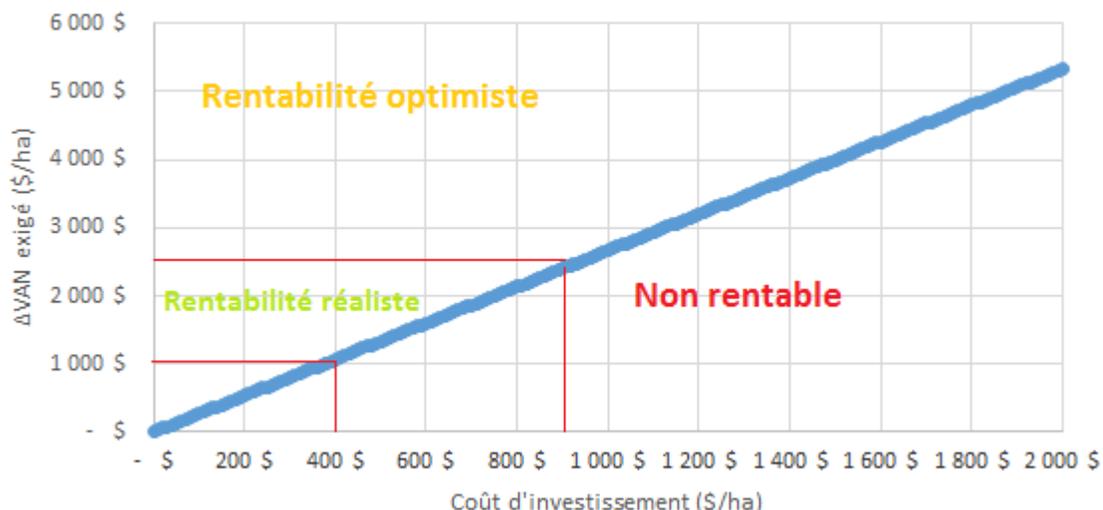
Zone de tarification	Essence	Sciage F1	Sciage F2	Sciage F3	Sciage F4	Pâte	Plus-value maximale de l'ERS (\$/m <sup>3</sup> )
153	HEG	95 \$	95 \$	88 \$	65 \$	\$ 65	
	ERS	153 \$	150 \$	112 \$	65 \$	\$ 65	88 \$
	écart de valeur	58 \$	56 \$	24 \$	- \$	\$ -	

Avec un ordre de grandeur des sciages de qualité d'ERS de 35 % (entre 20 % à 50 % du prélèvement total par rotation (20 % à 50 % de 50 m<sup>3</sup>=10 m<sup>3</sup> à 25 m<sup>3</sup>)) se dessine une zone de rentabilité réaliste (figure 7). La figure 7 présente la zone de rentabilité réaliste en fonction de la taille de l'investissement (taux exigé de 4 %).

La figure 7 cherche à imaginer une zone non rentable de rentabilité réaliste et optimiste. La contrainte maximale réaliste est que la valeur supplémentaire maximale (\$/ha) correspond à la différence entre la valeur de 1 m<sup>3</sup> de « F1 » d'ERS moins la valeur de 1 m<sup>3</sup> de « Pâte » de HEG multiplié par 25 m<sup>3</sup> (le volume maximal de sciage F1 de qualité d'ERS par rotation de 25 ans). En chiffres, 88 \$/m<sup>3</sup> multiplié par 25 m<sup>3</sup>/ha, le gain maximal anticipé est de 2 200 \$/ha. Cette contrainte indique un coût d'investissement maximal d'environ 900 \$/ha par rotation (900 \$ à 4 % projeté dans 25 ans équivaut à environ 2 200 \$). À ce coût maximal d'intervention, il est permis de penser que l'inclusion d'un chaulage combiné avec un nettoyage sera difficilement rentable économiquement.

La contrainte minimale (valeur supplémentaire minimale) correspond à la valeur projetée d'un coût de traitement plus faible (Ex. : 400 \$/ha) soit d'environ 1 000 \$ (figure 7).

Dit autrement, il faudrait que 10 à 25 m<sup>3</sup> des sciages d'ERS vailent au moins de 1 000 \$ à 2 200 \$ de plus que la production alternative (Ex. : HEG). Le pourcentage de sciage de qualité est un facteur important dans la justification économique des investissements visant le maintien de l'ERS à des fins de production ligneuse.



**Figure 7** – Valeur supplémentaire exigée par rotation de 25 ans pour le volume d'ERS de qualité F1-F2-F3 en fonction du coût d'investissement (taux = 4 %).

L'analyse de rentabilité économique en production ligneuse est embryonnaire, le nombre de cas analysés est faible (n=6). Basée sur les quelques scénarios analysés, la fenêtre de rentabilité réaliste est minime et incertaine. Cette zone de rentabilité est fonction du coût d'investissement, des flux de bois analysés et de l'écart de valeur entre l'ERS et l'essence de remplacement dans la canopée (Ex. : le HEG, le SAB, le BOJ, etc.).

## Références

- A. ROSS, Stephen et al., *Gestion financière*, 3<sup>e</sup> édition, Montréal, Les Éditions Chenelière Éducation, 2011, 595 p.
- ANNECOU, Carine, Jean-David MOORE et Rock OUIOMET, *Guide d'aide au diagnostic de l'état de santé des érablières (Version préliminaire)*, Saint-Norbert-d'Arthabaska, Centre ACER, mai 2012, 36 p.
- ANNECOU, Carine, Jean-David MOORE et Rock OUIOMET, *Guide d'aide au diagnostic de l'état de santé des érablières*, Saint-Norbert-d'Arthabaska, Centre ACER, mai 2012, 60 p.
- Association des propriétaires de boisés de la Beauce (document consulté mai 2012), « Comment améliorer le rendement de son érablière », *Le bulletin forestier*, avril 2010, [en ligne], adresse URL : [http://www.apbb.qc.ca/FichiersUpload/Documents/20100408162751supplement\\_avril2010.pdf](http://www.apbb.qc.ca/FichiersUpload/Documents/20100408162751supplement_avril2010.pdf).
- BOULET, Simon et al., *Étude sur le coût de production du sirop d'érable (vrac) au Québec en 2003*, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (Direction des politiques sur la gestion des risques), juin 2005, [en ligne], adresse URL : [http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/Rapport-sirop%20final%202003%20CD-SB-3D\\_REV.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/Rapport-sirop%20final%202003%20CD-SB-3D_REV.pdf).
- Bureau de mise en marché des bois (page consulté le 25 octobre 2012), *Guide de l'utilisateur du Modèle d'évaluation économique, section 13.4- La rentabilité économique*, [en ligne], adresse URL : <https://bmmb.gouv.qc.ca/media/7147/guide-utilisateur.pdf>
- Bureau de mise en marché des bois (page consulté le 25 octobre 2012), *Modèle d'évaluation économique (MEE)*, [en ligne], adresse URL : <https://bmmb.gouv.qc.ca/analyses-economiques/modele-d-evaluation-economique/>
- Bureau de mise en marché des bois, *Taux locatif indexés des érablières sur terre publique*, Ministère des Ressources naturelles, 2012.
- CLOUTIER, Michel, Association des propriétaires de boisés de la Beauce (expert sur l'état de santé de l'érablière), (418) 228-5110. [apbb@globetrotter.net](mailto:apbb@globetrotter.net) (à l'att. de M. Michel Cloutier)
- Commission des Normes du Travail du Québec (page consultée en mars 2012), *Historique du salaire minimum*, [en ligne], adresse URL : <http://www.cnt.gouv.qc.ca/salaire-paie-et-travail/salaire/historique-du-salaire-minimum/index.html>.
- DUCHESNE, Louis Jean-David MOORE et Rock OUIOMET, «Envahissement du hêtre dans les érablières dépérissantes au Québec», *La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada - Le naturaliste canadien*, vol. 130, hiver 2007, no. 1, p.56-59.

DUCHESNE, Louis, Jean-David MOORE et Rock OUIOMET «Soil and sugar maple response 15 years after dolomitic lime application», *Forest Ecology and Management*, 281, 16 juin 2012, p.130-139.

Fédération des Producteurs Acéricoles du Québec (page consultée juillet 2015), *Dossier économique 2014*, [en ligne], adresse URL :..

FORTIN, M., BÉDARD, S. et DEBLOIS, J. 2009. *SAMARE : un modèle par tiges individuelles destiné à la prévision de la croissance des érablières de structure inéquienne du Québec méridional*, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Direction de la recherche forestière), Mémoire de recherche forestière no.155., 44 p.

GAGNON, G., C. GRAVEL, R. OUIOMET , N. DIGNARD, R. PAQUIN et G. ROY (1994). Le Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF). I. Définitions et méthodes. Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles du Québec. Mémoire de recherche forestière No. 115. 40 p.

GRENIER, Yvon, 2007, *Étude de quelques caractéristiques dendrométriques qui influencent les variations quantitatives et qualitatives de la coulée interindividuelle*, Saint-Norbert-d'Arthabaska, Centre ACER, 2007, 25 p.

GUILEMETTE, F.,S.BÉDARD, D.PIN et D.DUMAIS (2013).«Chapitre 23 – Les coupes de jardinage avec gestion par arbres», dans MINISTÈRES DES RESSOURCES NATURELLES, Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F.Guilette, P.Raymond et J.-P. Saucier, Les publications du Québec, p.566-603

Industrie Canada (page consultée le 23 août 2012), *Statistiques relatives à l'industrie canadienne*, [en ligne], adresse URL : <http://www.ic.gc.ca/cis-sic/cis-sic.nsf/IDF/cis-sic72becf.html>.

Institut de la Statistique du Québec (page consultée mai 2012), *Agro-Flash*, septembre 2005 à mars 2012, [en ligne], adresse URL : [http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/ind\\_bioalimentaire/agroflash.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/ind_bioalimentaire/agroflash.htm).

Institut de la Statistique du Québec, *Annuaire québécois des statistiques du travail- Portrait des principaux indicateurs du marché et des conditions de travail, 2001-2011*, Volume 8, p.156, 182, 258.

Institut de la Statistique du Québec (page consultée en mai 2012), *Indicateurs de l'industrie bioalimentaire*, [en ligne], adresse URL : [http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm\\_finnc/filr\\_bioal/indic\\_indus\\_bioal/index.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/filr_bioal/indic_indus_bioal/index.htm).

LAINESSE, Mélissa et Vincent Auclair, *Guide d'analyse économique (page consultée en mai 2012)*, [en ligne], adresse URL : [https://bmb.gouv.qc.ca/media/21740/guide\\_analyse\\_economique.pdf](https://bmb.gouv.qc.ca/media/21740/guide_analyse_economique.pdf)

- LÉVESQUE, Jocelyne, *Profil de la main-d'œuvre agricole au Québec 2007*, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (Direction du développement et de l'innovation), [en ligne], adresse : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/Publications/Pages/Details-Publication.aspx?guid={99132115-f611-43d8-aca5-fc04fbc92955}>, p.1,2,11,17,18, 31.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, *Nombre de cabanes à sucre au Québec*,
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, *Dossier technique pour les appels d'offres pour le droit de culture et d'exploitation d'érablière à des fins acéricoles*, 24 avril 2009, [en ligne], adresse URL : <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/bas-st-laurent/acericoles-dossier.pdf>.
- Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, *Exploitation acéricole des érablières du domaine de l'état : guide de bonnes pratiques environnementales*, Québec, Ministère des ressources naturelles et de la faune, 2004, 50p.
- MOORE, J.-D., R. OUMET ET L. DUCHESNE, 2012. *Soil and sugar maple response 15 years after dolomitic lime application*. For. Ecol. Manage. 281: 130-139.
- Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, *Manuel de foresterie- Nouvelle édition*, Québec, Éditions Multimondes, 2009, 1510 p.
- Québec, *Règlement sur la culture et l'exploitation d'une érablière dans les forêts du domaine de l'État (c. F-4.1, r. 3)*, Loi sur les forêts (c. F-4.1, a. 172), Québec, Éditeur officiel du Québec, 1986. À jour au 1<sup>er</sup> octobre 2012.
- Québec, *Règlement sur les redevances forestières (c. F-4.1, r.12)*, Loi sur les forêts (c. F-4.1, a. 172), Québec, Éditeur officiel du Québec, 1986. À jour au 1<sup>er</sup> novembre 2012.
- Revenu Québec, *Nombre d'usagers et montant des ventes taxables correspondant au CAEQ1 : 9215 - Cabanes à sucre, années 2007 à 2011*, Service des études statistiques et fiscales.
- Statistique Canada (page consultée en mars 2012), *Tableau 355-0005 : Services de restauration et de débits de boissons, statistiques sommaires (restaurants à service complet seulement (7221) et géographie : Québec)*, [en ligne], adresse URL : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26>.