



**ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT
DE L'INDUSTRIE DU CHAUFFAGE
À LA BIOMASSE FORESTIÈRE
DANS BROME-MISSISQUOI**

par

Normand Godbout, ing. MBA, M.Env.

29 septembre 2011

SOMMAIRE

Les terres à bois de la Montérégie sont des propriétés privées à 97 %. La mise en marché du bois récolté sur les terres privées de Brome-Missisquoi relève du Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie (SPBE). En 2010, le SPBE a vendu 103 800 tonnes métriques anhydres (tma) de bois à pâte et 124 400 tma de bois de sciage. D'autre part, on évalue à plus de 100 000 tma par année, la quantité de bois de chauffage prélevée sur le territoire du SPBE.

La biomasse forestière résiduelle provient du bois non utilisé par l'industrie des pâtes et papiers ou par l'industrie du bois de sciage. Pour des raisons pratiques et économiques, c'est la biomasse sous forme de bois rond, provenant des troncs ou des branches de gros diamètre qui est la plus intéressante à utiliser comme combustible. En Estrie, on évalue la quantité de biomasse forestière résiduelle disponible à 238 700 tma, dont 148 000 tma provenant des troncs, et en Montérégie, à 119 600 tma dont 94 100 provenant des troncs. Il y aurait donc environ 175 000 tma de biomasse forestière résiduelle sous forme de bois rond accessible de la région Brome-Missisquoi.

Le prix de vente de la biomasse forestière varie de 75 \$ à 100 \$/tma humide à 35 %. Ce prix représente environ le tiers du prix de l'huile à chauffage et la moitié du prix du gaz naturel pour une même quantité d'énergie produite, aux prix des combustibles fossiles d'aujourd'hui.

Il existe de grandes quantités de biomasse non forestière utilisable comme source d'énergie, dont les rejets d'usines de première et de deuxième transformation. Cependant, leur disponibilité et leur prix varient en fonction de l'activité économique de ces secteurs. Aussi, les utilisations concurrentes à la production d'énergie sont nombreuses.

L'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage institutionnel ou en réseaux est déjà largement répandue en Europe et est en progression aux États-Unis. Au Québec, le chauffage institutionnel et commercial à la biomasse forestière résiduelle en est à ses débuts. Il existe quand même quelques exemples, comme celui de l'hôpital d'Amqui, qui démontrent les avantages environnementaux et économiques de cette source d'énergie.

Les normes et les règlements, au niveau fédéral, provincial ou municipal, ne font pas obstacle à l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage institutionnel et commercial.

Même si la rentabilité des installations de chauffage à la biomasse est grande lorsque l'on considère toute leur durée de vie, la période de retour sur l'investissement ne respecte pas toujours les standards en vigueur et la plupart des projets doivent obtenir un appui financier pour être réalisés. Les programmes de l'ancienne Agence de l'efficacité énergétique, maintenant intégrée au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, permettent de financer les études de faisabilité et d'approvisionnement et les implantations de chaufferies à la biomasse forestière. D'autres programmes, non spécifiques à la biomasse forestière, peuvent financer en partie les études et les projets d'installation dans des institutions d'enseignements, des hôpitaux, des bâtiments gouvernementaux ou en milieu agricole.

Les technologies modernes de chauffage à la biomasse, efficaces et propres, sont disponibles au Québec et les équipements offerts fonctionnent de façon automatisée depuis l'alimentation de biomasse jusqu'à la disposition des cendres. Les rendements sont comparables à ceux des équipements utilisant les combustibles fossiles.

Le bois récolté pour produire du combustible doit être transporté, séché, déchiqueté et entreposé temporairement avant d'être livré à l'utilisateur final en fonction de ses besoins. On appelle « opérateurs » les entreprises qui s'occupent de ces activités. Il y a au moins un opérateur déjà organisé pour fournir du combustible dans la région de Brome-Missisquoi et plusieurs entreprises, soit des producteurs forestiers ou des entreprises de l'industrie de la récupération, sont intéressées à s'organiser à brève échéance pour jouer le rôle d'opérateur.

Toutes les conditions sont présentes dans Brome-Missisquoi pour le développement de l'industrie du chauffage à la biomasse forestière. Cependant, le manque de connaissances des décideurs concernant cette source d'énergie et le prix relativement élevé de la biomasse forestière récoltable sur les terres privées pourraient freiner le développement de cette industrie. Il existe néanmoins des solutions pour surmonter ces deux obstacles éventuels.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier les personnes suivantes qui ont gracieusement donné du temps et qui ont contribué par leurs connaissances et par leur expérience à la réalisation de cette étude :

Jean-David Alder, directeur : Produits forestiers Saint-Armand

Daniel Archambeault, directeur général : Association forestière des Cantons de l'Est

Christian Auclair, technicien forestier : Groupement forestier du Haut-Yamaska

Claude Boulanger, coordonnateur : Service intégré du bois

Éric Chagnon, directeur général : Syndicat des producteurs en serre du Québec

Christopher Chapman, ingénieur forestier : Groupement forestier du Haut-Yamaska

Jean Desrosiers, vice-président, directeur général : Écocentre ValBio

Olivier Côté, ingénieur forestier : Bois Champigny

Hocine Fehim, directeur général : WPC Canada

Gisèle Floc'h Rouselle, directrice générale : Conseil régional de l'environnement de la Montérégie

Gabriel Fontaine, présidente : Écocentre ValBio

Jean Gobeil, ingénieur forestier, M.Sc. : Jean Gobeil & Associés

Jacquelin Goyette, ingénieur forestier : Groupe Infor

Jonathan Grandmont, ingénieur forestier, directeur technique : Aménagement forestier coopératif de Wolfe

René Kègle, représentant des ventes : Combustion Expert

Yvon Labonté, directeur général : Municipalité de Bedford

Nicolas Laflamme, chargé de programme, bioénergies : Agence de l'efficacité énergétique du Québec

Jean-François Laliberté, chargé de projet et d'information - volet énergies : Syndicat des producteurs en serre du Québec

Martin Larivée, ingénieur forestier, directeur général : Aménagement forestier coopératif de Wolfe

Yoland Légaré, directeur général : Coopérative forestière de la Matapédia

Richard Marois, président : Conseil régional de l'environnement de la Montérégie

Hugues Méthot, ingénieur forestier, directeur général : Groupement forestier du Haut-Yamaska

Vincent Moreau, agent de projet : Conseil régional de l'environnement de la Montérégie

Brigitte Nadeau, directrice générale : Régie intermunicipale d'élimination de déchets solides de Brome-Missisquoi

Gabriel Racine, président, directeur général : Récupération 2000

Martin Richard, directeur technique et développement des affaires : Compte-Fournier

Richard Ringuette, directeur au développement des affaires : Combustion Expert

Jim Routier, conseiller régional, Montérégie : Ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec

Renaud Savard, président : Groupe Conseil PMI

Martine Soucy, agente de développement et de communication : SADC de La Matapédia

Raymond Thibeault, directeur général : Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie

Sébastien Villeneuve, directeur des opérations : Graymont Bedford

J'aimerais aussi remercier les membres du comité de coordination pour leur disponibilité, leur coopération et leur enthousiasme :

René Beaulieu, conseiller en développement économique : CLD de Brome-Missisquoi

Francis Dorion, directeur du service de la gestion du territoire : MRC de Brome-Missisquoi

Luc Dumouchel, directeur général : Agence forestière de la Montérégie

Benoit Lévesque, conseiller en développement d'entreprises : CLD de Brome -Missisquoi

Mario Thibeault, directeur général : CLD de Brome-Missisquoi

Note : Le contenu de ce rapport d'étude n'engage aucunement les personnes consultées ni les membres du comité de coordination.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1 MANDAT.....	3
2 TENURE DES TERRES À BOIS.....	4
3 GESTION DE L'OFFRE.....	5
3.1 Gestion de l'offre du bois à pâte.....	7
3.2 Gestion de l'offre du bois de sciage.....	7
4 LA PRODUCTION FORESTIÈRE.....	8
4.1 La production de bois à pâte.....	8
4.2 La production de bois de sciage.....	9
5 SOURCES DE BIOMASSE FORESTIÈRE.....	11
5.1 Qualité de la biomasse forestière.....	11
5.2 Quantité de biomasse forestière résiduelle disponible.....	12
5.3 Manutention et séchage de la biomasse forestière.....	14
5.4 Le transport de la biomasse.....	15
5.5 Les coûts de la biomasse forestière.....	16
6 SOURCES DE BIOMASSE NON FORESTIÈRE.....	17
6.1 Les rejets d'usines de première transformation.....	17
6.2 Les rejets d'usines de deuxième transformation.....	18
6.3 Les rejets de construction, rénovation et démolition (CRD).....	19
6.4 Les rejets agricoles.....	20
7 LE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE AILLEURS.....	21
7.1 Le chauffage à la biomasse en Europe.....	21
7.2 Le chauffage à la biomasse au Québec.....	22
7.3 Le chauffage à la biomasse dans la vallée de la Matapédia.....	23
8 LES NORMES ET LES RÉGLEMENTS.....	25
8.1 Règlements provinciaux.....	25
8.2 Règlements régionaux et municipaux.....	28
9 LES ÉQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE.....	29

9.1	Les équipements disponibles au Québec	29
9.2	La performance des équipements disponibles	30
9.3	Les prix et délais de livraison	31
10	LES OPÉRATEURS	32
11	LES UTILISATEURS POTENTIELS.....	33
11.1	Les premiers utilisateurs.....	33
11.2	Le modèle d'affaires	34
12	LE FINANCEMENT	35
12.1	Les programmes du MRNF anciennement gérés par AEE	36
	12.1.1 Programme d'appui au secteur manufacturier.....	36
	12.1.2 Programme de réduction de consommation de mazout lourd	36
	12.1.3 Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage	37
12.2	Les programmes du MAPAQ	37
12.3	Autres sources de financement	38
13	CONCLUSIONS.....	39
14	ÉTAPES SUBSÉQUENTES.....	42
	RÉFÉRENCES.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1 :	Quantités livrées et prix payés pour le bois à pâte.....	9
Tableau 4.2 :	Quantités livrées et prix payés pour le bois de sciage.....	10
Tableau 5.1 :	Quantité équivalente de combustible pour une même quantité d'énergie nette produite	12
Tableau 5.2 :	Quantité de biomasse forestière disponible en tonnes métriques anhydres....	13
Tableau 5.3 :	Équivalent des coûts des combustibles pour une même quantité d'énergie nette produite, en dollars.....	16
Tableau 8.1	Émissions lors de la combustion de différents combustibles dans différents appareils, en milligrammes par mégajoules.....	26
Tableau 8.2 :	Émissions de gaz à effet de serre pour obtenir une quantité d'énergie équivalente à la combustion d'une tonne de bois anhydre, en kilogrammes de CO ₂	27
Tableau 11.1	Énergie consommée par type de bâtiment.....	33

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AEE	Agence de l'efficacité énergétique du Québec
CHSLD	Centre d'hébergement et de soins de longue durée
CLSC	Centre local de services communautaires
CRÉ	Conférence régionale des élus
CRRNT	Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire
CO ₂	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
CRD	Construction, rénovation, démolition
GES	Gaz à effet de serre
ICI	Institutions, commerces, industries
kW	Kilowatt
kW-h	Kilowatt-heures
l	Litres
m ³	Mètres cubes
MAMROT	Ministère des Affaires municipales des Régions et de l'Occupation du territoire du Québec
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
mcs	Mètres cubes solides (excluant les espaces entre les pièces de bois)
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec
MDEIE	Ministère du Développement économique de l'Innovation et de l'Exportation du Québec
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec
Mppm	Millier de pieds mesure de planche
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
MTQ	Ministère des Transports du Québec
MW	Mégawatt
MW-h	Mégawatt-heures
NO _x	Oxydes d'azote
PCPFSOQ	Plan conjoint des producteurs forestiers du Sud-Ouest du Québec

PRI	Période de retour sur l'investissement
RIEDSBM	Régie intermunicipale d'élimination de déchets solides de Brome-Missisquoi
SCF	Service canadien des forêts
SO2	Dioxyde de soufre
SPFSWQ	Syndicat de propriétaires forestiers du Sud-Ouest du Québec
SPBE	Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie
TEP	Tonnes équivalent pétrole
tm	Tonne métrique
tma	Tonne métrique anhydre (excluant l'humidité du bois)

INTRODUCTION

La valorisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques s'est amorcée en Europe, il y a plus de vingt ans (Jacques, 2010) et elle a commencé à se répandre aux Etats-Unis depuis quelques années. Au Québec, la biomasse est utilisée depuis longtemps pour produire de l'énergie dans l'industrie des pâtes et papiers et dans l'industrie forestière. Le bois en bûche est utilisé depuis encore plus longtemps pour le chauffage résidentiel. Cependant, l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage institutionnel et commercial n'a débuté qu'il y a environ trois ans, dans la vallée de la Matapédia, par l'implantation d'une chaîne d'approvisionnement de biomasse forestière résiduelle (Gagné, 2010 a) et l'installation d'une chaufferie (Savard, 2010) à la biomasse à l'hôpital d'Amqui.

La région de la vallée de la Matapédia s'est aussi dotée d'un pôle d'excellence en biomasse forestière (Soucy, 2010) et d'une formation collégiale en production et gestion du chauffage à la biomasse forestière (Lessard, 2010). Il y a actuellement au Québec une quarantaine de projets de chauffage institutionnel ou commercial, à la biomasse forestière résiduelle, à l'étude ou en cours de réalisation (Gagné, 2010 b).

La première source de biomasse forestière que l'on cherchera à utiliser est la biomasse forestière résiduelle, c'est-à-dire le bois produit en forêt n'ayant pratiquement aucune valeur commerciale. Il s'agit des arbres, arbustes, cimes et branches ne pouvant être utilisés pour la pâte à papier ou le bois d'oeuvre en raison de l'essence du bois ou des trop petites dimensions des pièces de bois.

Il y a d'autres types de biomasse déjà utilisés comme source d'énergie, comme les rejets d'usines de transformation et le bois récupéré dans les centres de tri. Cependant, les quantités disponibles ainsi que les prix fluctuent considérablement en fonction de l'activité de ces secteurs, elle-même proportionnelle à la vigueur de l'économie. Le développement de la biomasse forestière comme combustible est souhaitable puisque son potentiel énergétique est beaucoup plus grand et que l'on s'attend à ce que l'approvisionnement à partir de cette source soit plus stable, autant du point de vue des quantités disponibles que des prix.

La biomasse forestière permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES), de diminuer la dépendance aux hydrocarbures et d'atténuer les fluctuations des coûts de l'énergie. Les impacts économiques régionaux ont aussi fait l'objet de démonstrations en Europe (Parviainen, 2010) et d'études au Québec (Dumoulin, 2010). On évalue que près de 80 % des revenus provenant de la vente de copeaux de bois restent dans l'économie locale et qu'il y a création de deux emplois permanents à temps plein pour chaque millier de tonnes de biomasse utilisée pour le chauffage des institutions et des commerces.

L'usage de la biomasse forestière résiduelle à des fins énergétique est aussi une bonne façon de diversifier le marché des produits forestiers, de rentabiliser les opérations d'aménagement forestier et d'encourager le maintien de la diversité floristique puisque toutes les essences de bois peuvent être utilisées comme source d'énergie.

En plus du Service canadien des Forêts (SCF) et du Ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec (MRNF), il y a plusieurs organismes qui ont publié récemment des résultats d'études d'approvisionnement, de faisabilité technique et de faisabilité financière pour l'utilisation de biomasse forestière pour le chauffage (Roche, 2008; Douville et al., 2006; Laflamme, 2008; FQCF, 2009; Goyette, 2008; Myre, 2008).

Une étude récente (Gobeil, 2009) démontre qu'en Montérégie, environ 120 000 tonnes de biomasse forestière résiduelle par année sont disponibles pour produire de l'énergie. La MRC de Brome -Missisquoi dispose d'une part importante de cette source d'énergie. Aussi, plusieurs entreprises ont manifesté leur intérêt pour l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie. Finalement, la Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome-Missisquoi (RIÉDSBM) pourrait jouer un rôle important dans la chaîne d'approvisionnement de la biomasse forestière résiduelle.

Pour ces raisons, il devenait important d'évaluer les possibilités de lancement de l'industrie du chauffage institutionnel et commercial à la biomasse forestière dans Brome-Missisquoi.

1 Mandat

Le but de cette étude est de déterminer si les conditions de succès de l'implantation d'une industrie du chauffage institutionnel et commercial à la biomasse forestière résiduelle sont présentes dans Brome-Missisquoi. Il s'agissait aussi de proposer une organisation des intervenants et des entreprises permettant l'implantation la plus rentable, la plus efficace et la plus harmonieuse possible. D'autres applications possibles de la biomasse forestière résiduelle devaient aussi être étudiées par la même occasion.

Une attention particulière devait être apportée aux normes, règlements et conventions afin de prévoir les dispositions nécessaires pour l'implantation de cette filière énergétique dans le respect des règles établies. Finalement, l'étude devait identifier les partenaires intéressés à s'impliquer dans la réalisation d'un premier projet d'utilisation de biomasse forestière résiduelle comme source d'énergie ainsi que les sources de financement pouvant appuyer le lancement de ce premier projet.

2 TENURE DES TERRES À BOIS

Dans la région de Brome-Missisquoi, les terres à bois sont presque exclusivement des propriétés privées. Puisque c'est le Syndicat de producteurs de bois de l'Estrie (SPBE) qui gère la mise en marché du bois récolté sur les terres privées de la région de Brome-Missisquoi, nous devons considérer l'ensemble du territoire couvert par le SPBE qui comprend aussi l'Estrie et une petite partie du Centre du Québec et de Chaudière-Appalaches.

L'ensemble du territoire couvert par le SPBE est aussi privé à plus de 90 % et regroupe 10 540 propriétaires (SPBE, 2010) possédant des boisés dont la superficie moyenne se situe à environ 30 hectares. La majorité des petits propriétaires se partagent près de 90 % des forêts privées alors que moins d'une dizaine de propriétaires possèdent les autres 10 %.

Parmi les propriétaires, 3 800 sont membres d'un des cinq organismes de gestion en commun (OGC) de l'aménagement forestier, appelés communément « groupements forestiers ». Il reste donc environ 64 % des propriétaires de boisés qui sont indépendants dans leurs opérations d'aménagement et de récolte et qui font le travail eux-mêmes ou le confie à des contracteurs.

Les cinq groupements forestiers du territoire du SPBE sont : Aménagement forestier et agricole des Appalaches, Aménagement forestier et agricole des Sommets, Aménagement forestier coopératif de Wolf, Groupement forestier coopératif Saint-François, Groupement forestier du Haut-Yamaska.

Ces groupements forestiers offrent des services-conseils, des services d'aménagement forestier et des services de récolte et de mise en marché du bois de coupe, selon la demande des propriétaires des boisés. Chacun de ces organismes est détenu par un grand nombre de propriétaires de boisés, mais offre ses services à l'ensemble des propriétaires de boisés qu'ils soient actionnaires ou non.

Les groupements forestiers possèdent les équipements pour effectuer des opérations mécanisées, ce qui leur permet de récolter des billes de plus gros diamètre et de plus grande longueur qui sont les plus en demande pour le bois de pâte et pour le bois de sciage.

D'autre part, plusieurs petits propriétaires de boisés effectuent leurs opérations de récolte de façon manuelle et auront plus de facilité pour récolter le bois de plus petit diamètre en longueur de 4 pieds. Il existe donc une possibilité de récolte de bois de 4 pieds beaucoup plus grande que la demande actuelle, surtout pour le bois de feuillus, puisqu'il n'y a que l'usine de Wayagamack de Kruger qui accepte du bois de 4 pieds et encore, seulement le bois d'essences résineuses.

Les propriétaires de petits boisés privés sont de moins en moins intéressés à récolter leur bois pour des raisons commerciales, puisque les exigences des acheteurs sont élevées et les prix offerts sont bas. En plus, plusieurs achètent leurs terres à bois pour leur valeur en capital, ils n'ont pas vraiment besoin de ce revenu pour vivre et il n'y a pas d'incitatif fiscal à la récolte. Par contre, le fait de contribuer à la diminution des rejets de gaz à effet de serre, en rendant leur biomasse disponible pour le chauffage, pourrait être une source de motivation pour un certain nombre d'entre eux.

3 GESTION DE L'OFFRE

La mise en marché du bois récolté sur les terres privées de Brome -Missisquoi est gérée par le Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie. Une première conséquence de ce contrôle par le SPBE est que l'on ne pourra pas choisir la provenance de la biomasse puisqu'elle pourra venir de tout le territoire couvert par le Syndicat et non seulement du territoire de Brome-Missisquoi. Une deuxième conséquence est que le prix de vente de la biomasse sera déterminé par le Syndicat, et non par les producteurs eux-mêmes, puisque le Syndicat entend fixer le prix de vente de la biomasse forestière au même niveau que le prix du bois à pâte.

Le SPBE se charge du transport du bois à partir du bord du chemin du producteur forestier jusqu'au site de l'acheteur en le confiant à un sous-traitant spécialisé dans ce type de transport. Le bois, même de gros diamètre, est livré en billots les plus longs possible jusqu'à une longueur de 16 pieds et les acheteurs possèdent l'équipement requis pour s'occuper du déchargement, de la manutention et de la transformation du bois livré sur leur site.

Il est important de mentionner que le SBPE a le droit de gérer la mise en marché seulement du bois qui est récolté sur le territoire sous sa juridiction. Les entreprises, autant les papetières que les scieries, peuvent s'approvisionner à partir d'autres régions du Québec ou des États-Unis, ce qui se fait couramment, sans passer par le SPBE. Actuellement, le SBPE gère la mise en marché du bois à pâte et du bois de sciage, mais ne gère pas la mise en marché du bois de chauffage.

Il est aussi pertinent de mentionner que le bois récolté et utilisé par le propriétaire de boisé lui-même n'est pas soumis aux règles du SPBE. Cette situation est intéressante pour les quelque 500 propriétaires de boisés répertoriés dans la région de Brome-Missisquoi qui sont aussi des producteurs agricoles et qui pourraient combler une partie de leur besoin de chauffage et d'eau chaude par l'utilisation de la biomasse en provenance de leur propre boisé.

3.1 Gestion de l'offre du bois à pôte

Pour déterminer le prix de vente du bois à pôte, le SPBE détermine le prix qui devrait être payé au producteur forestier pour son bois au bord du chemin et évalue le prix moyen du transport. Le SPBE négocie ensuite avec les gros acheteurs, Domtar et Kruger, les quantités à fournir et s'entend avec eux sur le prix du bois, livré à l'usine, en fonction de l'essence du bois et de sa longueur. Les négociations se font annuellement, mais avant 2010, il n'y avait pas eu de variation de prix depuis 2004 (SPBE, 2010).

Le SPBE répartit ensuite les volumes à fournir, entre les producteurs intéressés à fournir, en fonction de la surface de leurs boisés. Il facture les acheteurs, paye la livraison du bois au transporteur, se garde un prélevé d'environ 1,8 % du prix de vente final et paye le producteur forestier.

Cette méthode de gestion de l'offre permet aux acheteurs de payer le même prix, livré à l'usine, peu importe la provenance du bois. Cette méthode permet aussi aux producteurs forestiers d'être payés le même prix pour leur bois peu importe leur distance par rapport à l'acheteur.

3.2 Gestion de l'offre du bois de sciage

La gestion de l'offre du bois de sciage est différente puisqu'il y a de nombreux acheteurs répartis sur tout le territoire et que leurs besoins de bois varient dans le temps en volume et en qualité. Aussi, les prix qu'ils sont prêts à payer varient rapidement et considérablement.

Dans ce cas, les acheteurs affichent, sur le site Internet du SPBE, le volume et la qualité de bois dont ils ont besoin ainsi que les prix qu'ils sont prêts à payer. Les producteurs forestiers intéressés à fournir négocient individuellement avec les acheteurs. Les ententes sont par la suite divulguées au Syndicat qui facture l'acheteur, paye le transporteur, retient son prélevé d'environ 1,6 % du prix de vente et donne le reste au producteur forestier. Dans d'autres cas, c'est la scierie qui paye le transporteur et paye le bois au Syndicat après avoir déduit le coût du transport.

4 LA PRODUCTION FORESTIÈRE

Les deux principales utilisations du bois récolté par les producteurs forestiers sont le bois à pâte, servant à fabriquer le papier, et le bois de sciage. Les grands acheteurs de bois à pâte de la région sont Domtar et Kruger alors que la liste des acheteurs de bois de sciage du SPBE contient plus de 40 noms de scieries.

La récolte de bois sur le territoire du SPBE en 2010 ne représentait que 60 % de la possibilité forestière. L'une des raisons est que, à cause du faible prix offert pour le bois et des exigences des acheteurs, un moins grand nombre de producteurs de bois n'effectuent d'opérations de coupes commerciales. Les acheteurs doivent donc s'approvisionner en partie à l'extérieur de la région, incluant les États-Unis, autant pour le bois de pâte que pour le bois de sciage.

4.1 La production du bois à pâte

Domtar utilise presque exclusivement du bois de feuillus en billes d'au moins 8 pieds de long pour fabriquer du papier fin, du papier d'impression et du papier à photocopie à son usine de Windsor. Domtar produit aussi de l'énergie à partir de ses rejets d'usine, mais récolte en plus environ 10 000 tma de biomasse forestière résiduelle par année sous forme de cimes et de branches pour ses besoins énergétiques.

Kruger n'utilise que du bois de résineux pour fabriquer du papier journal à ses usines de Bromptonville et de Trois-Rivières et pour fabriquer du papier couché (papier d'impression) à son usine de Wayagamack, aussi à Trois-Rivières. Les usines de Bromptonville et de Trois-Rivières ne reçoivent que des copeaux de résineux alors que l'usine Wayagamack reçoit du bois rond de résineux, une petite partie en 4 pieds de long, mais la plus grande partie en 8 pieds et plus de longueur. Kruger produit de l'énergie à partir de ses rejets d'usines.

En moyenne, au cours des cinq dernières années, les livraisons de bois à pâte, à partir du territoire couvert par le SPBE, ont été de 73 000 mètres cubes solides (mcs) de résineux (SPBE, 2010) et de 178 400 mcs de feuillus par année. Cela correspond à environ 29 200 tonnes métriques

anhydres (tma) de résineux et 89 400 tma de feuillus pour un total de 118 600 tma par année. Les livraisons totales d'environ 103 800 tma pour 2010 sont les plus basses des 5 dernières années.

TABLEAU 4.1 : QUANTITÉS LIVRÉES ET PRIX PAYÉS POUR LE BOIS À PÂTE

Essence	Résineux			Feuillus			Total
Unité de mesure	mcs	tma	\$/tma	mcs	tma	\$/tma	tma
Moyenne 5 ans	73 018	29 207	174,93	178 388	89 411	90,57	118 619
2010	35 710	14 284	161,35	175 530	89 527	92,00	103 811

Tiré du rapport annuel 2010 du SPBE

Les prix payés par Domtar pour le bois de feuillus est relativement constant depuis 2004 et se situait à la fin de l'année 2010 à environ 92 \$/tma. Kruger payait environ 160 \$/tma à la fin de 2010 pour du bois de résineux, soit environ 7,8 % de moins comparé au prix moyen des cinq dernières années. Dans l'ensemble, les quantités de bois achetées et les prix payés par les papetières peuvent varier de façon assez importante en l'espace de seulement un an, mais ils peuvent aussi rester stables durant plusieurs années.

4.2 La production du bois de sciage

Le bois de résineux constitue environ 85 % des livraisons aux scieries alors que le bois de feuillus ne représente que 15 % de ces livraisons. Ce bois est utilisé pour fabriquer un ensemble de produits : madrier, planches, colonnes, palettes, contre-plaqué, etc. La plupart des usages pour le bois de sciage requièrent des billes d'au moins 8 pieds de long et du plus gros diamètre possible.

La moyenne des livraisons de bois de sciage des cinq dernières années s'élève à 308 600 mcs par année pour les résineux et à 60 300 mcs par année pour les feuillus. Cela correspond à environ 123 400 tma pour le bois de résineux et à 32 200 tma pour le bois de feuillus pour un total d'environ 155 600 tma par année. Les livraisons d'environ 124 400 tma, en 2010 sont aussi les plus basses des cinq dernières années.

TABLEAU 4.2 : QUANTITÉS LIVRÉES ET PRIX PAYÉS POUR LE BOIS DE SCIAGE

Essence	Résineux			Feuillus			Total
	mcs	tma	\$/tma	mcs	tma	\$/tma	
Moyenne 5 ans	308 800	123 440	155	60 300	32 174	-	155 614
2010	252 500	101 000	137	43 800	23 366	117	124 366

Tiré du rapport annuel 2010 du SPBE

Le prix payé pour le bois de sciage dépend de l'essence du bois et de la longueur des billes. Pour le sapin et l'épinette, le prix moyen payé au chemin en 2010 était de 247.\$ par Mpmp en longueur de 8 pieds et de 295.\$ par Mpmp en longueur de 16 pieds. Le prix du transport était en moyenne de 21 % de la valeur du bois au chemin. Ces prix correspondent à une valeur approximative de 125.\$ à 149.\$/tma livrée à l'usine. Pour le bois de feuillus, le prix moyen payé au chemin en 2010 pour des billes de 8 pieds à 16 pieds variait de 209.\$ le Mpmp de peuplier à 456.\$ le Mpmp de bouleau jaune. Le prix moyen du transport était de 17 % de la valeur du bois au chemin. Ces prix correspondent à une valeur de 94.\$ à 169.\$/tma livrée à l'usine.

La demande pour le bois de sciage est plus grande que l'offre et les acheteurs prennent tout ce qui est produit sur le territoire du SPBE. Cependant, les volumes achetés et les prix payés pour le bois de sciage fluctuent rapidement et de façon importante de mois en mois à l'intérieur d'une même année. Les 5 dernières années correspondant à une période de récession économique, les volumes de bois de sciage achetés ont chuté de 46 % et les prix payés, pour le bois de résineux, ont diminué d'environ 24 % pour les billes de 8 pieds et de 29 % pour les billots de 16 pieds. Les prix payés pour le bois de feuillus ont suivi la même tendance, mais les chiffres exacts pour la période de 5 années consécutives ne sont pas disponibles dans le rapport annuel 2010 du SPBE.

5 LES SOURCES DE BIOMASSE FORESTIÈRE

Il y a deux sources de biomasse forestière résiduelle. Premièrement, les arbres entiers des essences n'ayant pas de valeur commerciale comme le pin rouge, le pin blanc, le cèdre, la pruche, le bouleau gris, etc. Deuxièmement, les parties non utilisées des arbres ayant une valeur commerciale comme les cimes et les branches de petit diamètre, incluant l'écorce.

5.1 Qualité de la biomasse forestière

On distingue deux types de biomasse : le bois provenant des troncs d'arbres d'une part, et celui provenant des cimes et les branches d'autre part.

On peut obtenir du bois rond de gros diamètre par la coupe de troncs ou de branches principales d'arbres n'ayant pas de valeur commerciale. Du bois rond de plus petit diamètre peut être obtenu à partir des troncs et des branches principales des arbres dont le diamètre est trop petit pour le bois à pâte ou pour le bois de sciage, même des essences ayant une valeur commerciale.

On peut obtenir de la biomasse sous forme de cimes et de branches de petit diamètre qui peuvent provenir même des essences de bois ayant une valeur commerciale. Lorsqu'on ne peut pas les écorcer, on ne peut pas les utiliser pour le bois à pâte et lorsque leur diamètre est trop petit, on ne peut pas les utiliser pour le bois de sciage.

Toutes les parties des arbres peuvent être utilisées comme combustible puisque le pouvoir calorifique du bois varie très peu (Desrochers, 2010; Van Loo et Koppejan, 2008) en fonction de la partie de l'arbre dont le bois provient ($\pm 3\%$ pour les résineux, $\pm 1,5\%$ pour les feuillus). Aussi, le pouvoir calorifique du bois varie peu en fonction de l'essence du bois ($\pm 7\%$ pour les résineux, $\pm 6\%$ pour les feuillus). Le pouvoir calorifique net du bois dépend surtout de son taux d'humidité.

TABLEAU 5.1 : QUANTITÉ ÉQUIVALENTE DE COMBUSTIBLES POUR UNE MÊME QUANTITÉ D'ÉNERGIE NETTE PRODUITE

Biomasse	Propane, litres	Gaz naturel, mc	Huile # 2, litres	Électricité, kW-h
1 tm à 15 % h	655	436	417	3 680
1 tm à 20 % h	620	413	395	3 481
1 tm à 30 % h	495	329	315	2 779
1 tm à 35 % h	461	307	294	2 587
1 tm à 40 % h	409	272	260	2 296
1 tm à 50 % h	301	201	192	1 692

5.2 Quantité de biomasse forestière résiduelle disponible

L'estimation du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (Fortin, 2008) de la biomasse forestière résiduelle disponible annuellement au Québec est de 6 448 365 tma. Il y aurait 55 % de cette biomasse disponible sous forme de troncs et 45 % sous forme de cimes et de branches, cette proportion variant selon les régions. Il y aurait 135 117 tma de biomasse forestière résiduelle disponible en Montérégie, selon cette même estimation, et 238 743 tma en Estrie.

Cependant, lorsque l'on tient compte de l'abandon au sol d'une quantité de bois suffisante pour assurer la régénération, c'est environ 50 % de la biomasse forestière résiduelle qui pourrait être récoltée (Desrochers, 2010) sur les terres considérées non sensibles. Ces terres représentent plus de 97 % des terres boisées productives de la région de l'Estrie (Senay et Landry, 2010). Le pourcentage des terres boisées productives de la Montérégie considérées comme non sensibles n'est pas disponible actuellement (CRRNT, 2011) mais il serait surprenant qu'il soit considérablement différent de celui de l'Estrie. Il est donc raisonnable de penser que si l'on ne récupérait que la biomasse forestière résiduelle sous forme de bois rond, en laissant les cimes et les branches, on pourrait récolter la plus grande partie du bois rond sans nuire à la régénération et à la biodiversité, comme c'est le cas pour la récolte du bois à pâte et du bois de sciage.

D'autre part, il y aurait environ 130 000 tma de bois de chauffage utilisées pour le chauffage des résidences et par les érablières en Montérégie (Rhéaume, 2004) et environ 100 000 tma en Estrie (Senay et Landry, 2010). Bien que logiquement, le bois de chauffage devrait provenir de la biomasse forestière résiduelle, en réalité, presque tout ce bois est de qualité pâte selon différentes sources d'information. De plus, une étude du Plan conjoint des producteurs forestiers du Sud-Ouest du Québec (Picard, 2007) évalue que seulement 11 % du bois de chauffage vendu en Montérégie est récolté en Montérégie et jusqu'à la moitié de cette quantité pourrait provenir du déboisement entraîné par la construction domiciliaire et commerciale. Aucune étude semblable n'a été retrouvée pour l'Estrie, mais il est certains que du bois de qualité pâte en billes est vendu à des entreprises qui le recouper, le fendent et le revendent sous forme de bois de chauffage. Les essences et le diamètre du bois utilisés pour le chauffage correspondent au bois de qualité pâte et il est vraisemblable qu'il n'y ait qu'une très petite portion du bois de chauffage qui provienne de la biomasse forestière résiduelle.

TABLEAU 5.2 : QUANTITÉ DE BIOMASSE FORESTIÈRE DISPONIBLE,
EN TONNES MÉTRIQUES ANHYDRES

Type de biomasse	Biomasse résiduelle	Biomasse en bois rond	Bois de chauffage	Bois rond disponible	Bois rond récoltable
Estrie	238 743	148 021	100 000	48 021	27 500
Montérégie	119 610	94 134	12 000	82 134	41 067
Total	358 353	242 155	112 000	130 155	68 567

Calculé à partir de données de Gobeil, 2009; Picard, 2007; Senay & Landry, 2010.

Le tableau 5.2 présente les quantités de biomasse forestière résiduelle disponibles. La quantité « récoltable » de 68 567 tma par année de bois rond, qui est le plus intéressante à utiliser au départ, est calculée en prenant les hypothèses les plus restrictives des études antérieures. Il est cependant réaliste de penser que, pour les raisons mentionnées ci-haut, la quantité de biomasse forestière résiduelle réellement récupérable sous forme de bois rond, à proximité de Brome-Missisquoi, atteindrait les 175 000 tma par année, soit près de la moitié de la biomasse forestière résiduelle totale disponible en Estrie et en Montérégie.

5.3 Manutention et séchage de la biomasse forestière

Le bois rond est plus facile à manipuler et se corde avec un minimum de volume (Douville et al. 2006). Le bois rond peut être récolté manuellement jusqu'à 4 pieds de longueur. La récolte mécanisée du bois rond est plus rentable et se fait jusqu'à une longueur de 16 pieds.

Le bois rond, surtout s'il est court, peut perdre en quelques mois près de la moitié de sa teneur en eau initiale, à l'air libre, en perdant très peu de son pouvoir calorifique. Aussi, la pluie et la neige contribueront à délayer les billes, leur faisant perdre une bonne partie de la contamination acquise au contact du sol durant la récolte.

Les cimes et les branches se manipulent plus difficilement. Le coût de leur récolte manuelle serait excessif et elles doivent absolument être manipulées à l'aide d'un grappin mécanique. Puisqu'elles ne peuvent être cordées, elles doivent être disposées en tas, qui prennent un grand volume, ou bien attachées en fagots dont la densité n'est pas très élevée non plus.

Les cimes et les branches, à cause de leur très petit diamètre, se décomposent plus rapidement surtout lorsque les tas ou les fagots sont exposés aux intempéries. Cette biomasse perdra une partie considérable (10 % à 20 %) de son pouvoir calorifique durant la période de séchage, en partie à cause de la perte de masse (Yin, 2011), en partie à cause du plus faible pouvoir calorifique de la masse restante. Les essais effectués par Domtar confirment d'autres données (Yin, 2011) selon lesquelles les cimes et les branches peuvent contenir pratiquement autant d'eau après un an de séchage qu'au moment de leur coupe, surtout si les conditions météorologiques sont mauvaises au moment de la récupération. Finalement, la contamination par la terre et le sable sera plus importante pour les cimes et les branches augmentant la quantité de cendres générées par la combustion.

L'ensemble du territoire de Brome-Missisquoi est un lieu de villégiature recherché sillonné de routes et de chemins et sur lequel la population est dispersée. Le séchage de la biomasse au bord du chemin serait mal perçu par les propriétaires de boisés et par la population en général et le bruit du broyage serait une nuisance pour les résidents voisins. Ces deux inconvénients pourraient provoquer une forte résistance du milieu. Aussi, le coût de déplacement des broyeurs est élevé et

ils sont difficiles à déplacer sur les chemins forestiers. En plus, il n'y aurait pas toujours de place pour faire tourner les camions de 53 pieds qui sont requis pour transporter la biomasse sous forme de copeaux. Pour ces raisons, le séchage et le broyage au bord du chemin pourraient être impraticables en Montérégie et en Estrie.

5.4 Le transport de la biomasse

Le transport du bois rond se fait sur une plate-forme de 48 pieds de long munie de poteaux sur les côtés ou aux extrémités, selon qu'il s'agisse de billes de 8 pieds et plus ou de billes de 4 pieds. Un voyage de bois rond représente environ 17 tma pour du bois de résineux et 19 tma pour du bois de feuillus dur.

Le prix du transport payé par le SPBE pour les 50 premiers kilomètres est d'environ 18 \$/tma. Ce prix varie cependant selon le type bois transporté puisqu'il inclut le chargement et le déchargement et que ces opérations ne prennent pas le même temps, par tonne de bois, selon la densité du bois et la longueur des billes. Par la suite, il faut ajouter de 6 \$ à 8 \$/tma pour chaque tranche de 50 kilomètres de transport supplémentaires.

Le coût à la tonne du transport des cimes et des branches libres serait prohibitif vu la faible densité du chargement et la faible efficacité des opérations de chargement et de déchargement. Le transport des cimes et des branches attachées en fagots n'est rentable que sur de très courtes distances aussi à cause de la faible densité du chargement. En pratique, lorsque les branches et les cimes sont récoltées, elles doivent être broyées au bord du chemin et chargées directement dans un camion de 53 pieds à plancher mobile, fermé sur les côtés et recouvert d'une toile, pour être transportées.

À cause des limites imposées par le Ministère des Transports du Québec (MTQ), les camions de 53 pieds ne peuvent charger plus de 25 tonnes de cargaison. Si la biomasse contient 35 % d'humidité, ce qui est généralement le minimum, les camions transporteront au plus 16 tonnes métriques anhydres de combustible par voyage. Un chargement de biomasse fraîchement coupée, dont l'humidité peut atteindre près de 60 %, ne contiendra que 10 tma de combustibles. Les

contraintes sont encore plus restrictives en période de dégel et c'est la raison pour laquelle la récolte de bois ne se fait généralement pas durant mars, avril et mai.

5.5 Les coûts de la biomasse forestière

L'évaluation des coûts minimum pour produire et livrer la biomasse forestière déchiquetée (ou broyée) se situent à environ 75.\$ la tonne métrique à 35 % d'humidité (Desrochers, 2010), soit 115 \$/tma. Ce coût inclue une distance de transport de 35 km entre le lieu de la récolte et le lieu d'utilisation. Ces prix sont davantage représentatifs de la biomasse récoltée mécaniquement sur des terres publiques où l'on peut obtenir la biomasse sans déplacement excessif de la machinerie.

Plusieurs facteurs peuvent influencer les coûts de la biomasse forestière : le type de biomasse (bois rond ou cimes et branches), le type de récolte (spécifique à la biomasse, intégrée à la récolte de bois marchand), le type de réduction en particules (déchiquetage ou broyage), la distance de transport, l'aménagement d'abris, l'aménagement de chemins forestiers, etc. Selon différentes sources d'information, on estime que le prix de vente de biomasse déchiquetée peut varier d'environ 75.\$ à 100.\$ la tonne humide à 35 % livrée jusqu'à 100 kilomètres, soit entre 115 \$ et 154 \$/tma. Le coût de la biomasse forestière est quand même bien inférieur aux coûts des autres combustibles, comme l'indique le tableau 5.

TABLEAU 5.3 : ÉQUIVALENT DES COÛTS DES COMBUSTIBLES POUR UNE MÊME QUANTITÉ D'ÉNERGIE NETTE PRODUITE, EN DOLLARS

Biomasse 80 \$/t	Propane 1,30 \$/li	Gaz naturel 0,50 \$/mc	Huile 1,00 \$/li	Électricité 8 ¢/kW-h
80	599	153	294	207

Dans Brome-Missisquoi, le fait que les terres à bois soient distribuées sur l'ensemble du territoire entre un grand nombre de petits propriétaires entraînera de nombreux déplacements d'équipement et de longues distances à parcourir pour récupérer la biomasse au bord des chemins. Pour cette raison, il sera difficile d'obtenir de la biomasse forestière résiduelle à aussi bas coût que sur les terres publiques.

6 SOURCES DE BIOMASSE NON FORESTIÈRE

La biomasse non forestière peut être utilisée pour servir au chauffage institutionnel et commercial. Il y en a une grande quantité générée chaque année, mais la disponibilité et les prix peuvent fluctuer rapidement et de façon importante en fonction de l'activité économique des secteurs industriels qui la génèrent. De plus, il existe plusieurs utilisations concurrentes de ces matériaux qui peuvent aussi, selon le contexte, faire varier la demande et les prix.

Même s'ils ne sont pas des combustibles idéals en termes de stabilité des prix et de l'approvisionnement, ils peuvent être utilisés en alternance ou en complémentarité avec la biomasse forestière résiduelle. Une telle utilisation permet d'optimiser les coûts du combustible dans le temps et aussi de diminuer le degré d'humidité d'un combustible à base de biomasse forestière.

6.1 Les rejets d'usines de première transformation

Les rejets d'usines de première transformation du bois proviennent essentiellement des usines de sciage. À l'échelle du Québec, l'ensemble de ces rejets représentait environ 10 millions de tma en 2009 (Giguère, 2011).

Ces rejets se retrouvent sous plusieurs formes : écorce, copeaux, sciures, rabotures et broyures. L'écorce est utilisée pour la production de paillis, pour la production directe d'énergie et pour la fabrication de produits énergétiques (granules). Les copeaux sont utilisés principalement dans l'industrie des pâtes et papiers et, dans une moindre mesure, dans l'industrie des produits dérivés du bois (panneaux d'agglomérés). Les sciures et rabotures sont utilisées dans l'industrie des pâtes et papiers, dans l'industrie des produits dérivés du bois, pour la production directe d'énergie et pour la fabrication de produits énergétiques. Les broyures sont utilisées principalement pour la production d'énergie et pour la fabrication de produits énergétiques.

La presque totalité des copeaux, des sciures et des rabotures trouvent déjà preneurs et la baisse de l'activité économique des dernières années dans le secteur du bois de sciage a provoqué une diminution importante de leur production au point de créer des difficultés d'approvisionnement.

Aussi, ce sont des matériaux généralement très humides qui se décomposent rapidement et qui perdraient une bonne partie de leur pouvoir calorifique durant l'entreposage. En plus de leur rareté relative, ces rejets devraient idéalement être séchés aussitôt produits pour conserver leur pouvoir calorifique, ce qui représenterait un coût excessif dans le contexte économique actuel.

En ce qui concerne l'écorce, la valeur de revente obtenue par les usines de sciage est très basse et l'écorce pourrait être obtenue à bas prix pour la production directe d'énergie. L'écorce est généralement très humide, elle est fortement contaminée par la terre et le sable, elle a une haute teneur en silice et elle produit une plus grande quantité de cendres lors de la combustion. Aussi, à cause de leur teneur en silice élevée, les cendres d'écorce fusionnent sous l'effet de la chaleur de combustion et figent au contact des surfaces moins chaudes pour former des dépôts adhérents et durs qui entravent le fonctionnement des chambres à combustion. Ces dépôts doivent être enlevés mécaniquement suite à l'arrêt et au refroidissement de l'appareil, ce qui entraîne des coûts d'entretien plus élevés. C'est donc un combustible de moins bonne qualité que l'on utilise normalement dans les gros systèmes industriels des entreprises qui produisent elles-mêmes les rejets d'écorce. Malgré la disponibilité relativement grande de l'écorce, ce n'est pas un combustible idéal pour les besoins de chauffage à plus petite échelle.

6.1 Les rejets d'usines de deuxième transformation

Les rejets d'usines de deuxième transformation proviennent des entreprises de fabrication des produits à base de bois, par exemple : les meubles, les portes et châssis, les moulures, les armoires, etc. À l'échelle du Québec, l'ensemble de ces rejets représentaient environ 864 000 tma en 2007 (Vaillant et Simard, 2008). Leur disponibilité est évaluée à environ 80 000 tma pour la Montérégie et à environ 40 000 tma pour l'Estrie.

Ces rejets se retrouvent sous différentes formes : copeaux, sciures, rabotures et résidus. Les résidus incluent : la poussière de sablage, les blocs de différentes formes et grosseurs, les retailles de panneaux d'aggloméré ou de placage et les broyures,

On estime qu'en 2007, 45 % du volume total de ces rejets était utilisé pour la fabrication de produits dérivés du bois, pour la fabrication de produits énergétiques et pour la cogénération

d'énergie. Environ 36 % de ces rejets était utilisé pour des applications agricoles comme la fabrication de litière animale et environ 16 % servait de combustible pour la production directe d'énergie. Seulement une faible portion de moins de 4 % du volume total de ces rejets, majoritairement composée de résidus inutilisables, était enfouie.

Une partie de ces rejets est contaminée par de la colle ou des produits de finition comme de la teinture ou du vernis. Les rejets propres sont fortement convoités et le ralentissement de l'activité économique dans ce domaine a entraîné une diminution de la production des rejets de deuxième transformation. Les acheteurs traditionnels de ces rejets éprouvent donc de la difficulté à les obtenir et cherchent à développer d'autres sources d'approvisionnement en fibres ligneuses. À cause de la rareté relative de ces rejets, de la fluctuation de leur disponibilité, de leur coût élevé et des nombreuses utilisations concurrentes, ces rejets ne sont pas des combustibles idéals pour les besoins de chauffage.

6.3 Les rejets de construction, rénovation et démolition (CRD)

Entre 500 000 et 1 million de tonnes de bois sec (moins de 20 % d'humidité) ont été générées au Québec en 2009 par les activités de construction, de rénovation et de démolition (Caudron, 2011). De cette quantité, seulement 350 000 tonnes ont été récupérées. À partir de cette étude, on peut estimer sommairement que la Montérégie a récupéré environ 97 000 tonnes et l'Estrie, 19 000 tonnes.

Le bois de CRD se divise en deux catégories : le bois de grade 1, de qualité supérieure destiné par exemple aux panneaux de particules, et le bois de grade 2, de moindre qualité destiné surtout à la cogénération et au chauffage. Ces rejets de bois sont généralement secs (moins de 20 % d'humidité), mais ils sont souvent contaminés par de la colle, des teintures, des vernis, des peintures et des produits de traitement pour leur conservation. À la sortie des centres de tri, ces rejets se retrouvent sous la forme de copeaux ou de broyures. Actuellement, aucune norme ne vient définir ni encadrer la qualité de ces rejets.

Les prix de ces rejets font l'objet d'une grande volatilité suite à une demande variable, provoquée par le manque de structuration de cette jeune industrie, et à la possibilité d'importation en provenance des États-Unis dont les lois empêchent déjà l'enfouissement de ce bois.

D'autre part, le Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) considère l'ensemble du bois qui se retrouve dans les centres de tri comme contaminé, à moins que les systèmes de gestion du centre permettent la séparation du bois contaminé et assure la traçabilité du bois propre. Autrement, pour se servir de ce bois comme combustible dans un appareil de chauffage, il faut obtenir un certificat d'autorisation du MDDEP, il faut que l'appareil de combustion soit de grande capacité (> 3 MW) et que son utilisation se conforme à un ensemble d'exigences quant au contrôle des rejets de contaminants dans l'atmosphère. Il n'y a qu'un très petit nombre d'installations dans Brome-Missisquoi qui nécessite une telle puissance et leur conversion au gaz naturel est relativement récente.

Il pourrait aussi y avoir, pour la région de Brome-Missisquoi, quelques milliers de tonnes anhydres de bois d'émondage rejetées chaque année par les opérations de dégagement des fils électriques d'Hydro Québec. Cependant, le bois déchiqueté est déplacé par le même véhicule qui transporte aussi l'équipe d'émondeurs. Les détours pour livrer ce combustible à un site dédié entraînerait des coûts trop élevés, selon l'entrepreneur consulté. Aussi, la présence de feuilles déchiquetées accélère la décomposition et le compostage de ce matériel.

6.4 Les rejets agricoles

Certains rejets de l'industrie agricole pourraient être utilisés comme combustibles, comme la paille et les rafles de maïs, entre autres. C'est aussi le cas de certaines cultures de plantes à haut pouvoir calorifique comme le colza et le panic érigé. Cependant, la combustion des produits agricoles n'est considérée qu'à titre de projets pilotes par le Ministère du Développement durable de l'Environnement qui exige l'obtention d'un certificat d'autorisation pour les utiliser comme combustibles. Les rejets agricoles ne peuvent donc pas, actuellement, être considérés comme des sources d'approvisionnement en combustibles facilement accessibles. Ils le deviendront cependant au fur et à mesure que les projets pilotes auront démontré leur innocuité environnementale.

7 LE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE AILLEURS

7.1 Le chauffage à la biomasse en Europe

À cause du coût élevé de l'énergie et des préoccupations environnementales plus accentuées, l'Europe a pris une avance considérable sur l'Amérique dans l'utilisation de la biomasse pour le chauffage institutionnel ou en réseaux. Plusieurs pays d'Europe font la promotion active de l'utilisation de la biomasse forestière depuis plus de vingt ans. Plusieurs fabricants d'équipements de combustion de biomasse ont plus de 40 ans d'expérience.

En Allemagne, 220 centrales produisent de l'électricité à partir de biomasse, représentant une puissance de l'ordre de 1 200 MW (Jacques, 2010). Actuellement 52 centrales sont en phase d'étude ou de construction, et il est prévu que la puissance atteindra 3 200 MW en 2020.

Au Danemark, la présence massive des réseaux de chaleur urbains permet de chauffer 70 % de la population, ce qui représente 40% de la chaleur utilisée pour le chauffage résidentiel du pays (Jacques, 2010).

La Finlande, en 2008, générait 20 % de son énergie primaire à partir de la biomasse forestière (Röser, 2010). Cette énergie était produite, entre autres, à l'aide de 400 réseaux de chaleur urbains et de 45 centrales de cogénération hors industrie.

La France a utilisé 30 millions de tonnes de biomasse de bois en 2009 pour produire de l'énergie (Jacques, 2010). Elle s'est fixée comme objectif, pour 2020, l'utilisation de 66 millions de tonnes de biomasse de bois pour contribuer à la production d'énergie renouvelable équivalente à 20 % de son énergie primaire.

L'Italie a déjà installé près de 800 000 appareils de chauffage résidentiel aux granules de bois et la consommation de granules est passée de 150 000 tonnes à 800 000 tonnes par année de 2001 à 2008 (Jacques, 2010).

Les mesures politiques mises en place en Europe pourraient à elles seules propulser la consommation de granules de bois des ménages à 50 millions de tonnes d'ici 2020. La consommation globale de biomasse de bois pour produire de l'énergie devrait atteindre 470 millions de tonnes en Europe à cette même date.

7.2 Le chauffage à la biomasse au Québec

Bien que le chauffage résidentiel au bois en bûches ait toujours été populaire au Québec, la production d'énergie à partir de biomasse forestière, ou de rejets de bois, se retrouvait surtout dans les grandes entreprises de pâtes et papiers et dans les entreprises de transformation primaire et secondaire du bois.

En 2008, la biomasse fournissait environ 8 % de l'énergie consommée au Québec après avoir atteint une pointe de 10,4 % en 2002 (MRNF, 2008 a; MRNF, 2008 b). Toujours en 2008, la quantité de biomasse utilisée à des fins énergétiques était de 3,5 tonnes équivalent pétrole (TEP), soit environ 11,6 millions de tonnes métriques anhydres. De cette quantité, 29 % était consommé par le secteur résidentiel et 71 % par le secteur industriel. La presque totalité de la biomasse utilisée provenait directement des forêts ou des rejets de la transformation du bois en provenance des forêts. La quantité de biomasse forestière utilisée pour la production d'énergie a doublé de 1982 à 2002, pour atteindre environ 13,3 millions tonnes métriques anhydres, mais a diminué par la suite pour atteindre un creux en 2006 et remonter jusqu'à 2008.

L'utilisation des granules de bois pour le chauffage résidentiel a commencé à devenir populaire il y a quelques années grâce à certains avantages comme : son pouvoir calorifique élevé, son faible taux d'humidité et sa facilité de manutention. Cependant, son coût élevé et des pénuries occasionnelles ont limité l'adoption de cette forme de biomasse. Les systèmes de combustion commerciaux et industriels qui utilisent la granule de bois sont exceptionnels, certainement à cause des coûts deux fois plus élevés de ce combustible par rapport aux autres formes de biomasse de bois et des coûts encore relativement faibles des autres sources d'énergie comme le gaz et l'électricité.

L'utilisation de biomasse pour le chauffage d'entreprises ou d'institutions qui ne produisaient pas elles-mêmes de rejets de bois était peu fréquente et n'a vraiment commencé à se développer que récemment, supporté par des programmes d'encouragement mis en place par l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec.

De plus en plus d'entreprises de première et de deuxième transformation du bois, même celles de petite taille, ont installé ou projettent d'installer des équipements de combustion capables de générer de l'eau chaude ou de la vapeur à partir des rejets de bois qu'elles produisent elles-mêmes. Aussi, plusieurs entreprises de production agro-alimentaires, surtout des serres et des poulaillers, ont récemment adopté la biomasse forestière ou les rejets d'usines de transformation de bois, pour le chauffage de leurs installations.

Le chauffage des institutions des commerces et des bâtiments religieux est le dernier créneau à être sollicité par l'industrie du chauffage à la biomasse et ce, depuis environ trois ans. C'est la mise en vigueur en 2009 du « Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage » de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec qui a stimulé ce secteur d'activité.

7.3 Le chauffage à la biomasse dans la vallée de la Matapédia

La baisse de l'activité économique dans l'industrie du bois et l'abandon du tarif BT d'Hydro Québec ont été les deux facteurs qui ont poussé les acteurs politiques et économiques de la vallée de la Matapédia à s'engager dans l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage des bâtiments institutionnels. La municipalité d'Amqui a organisé, en 2007, une mission commerciale en Europe pour s'informer des conditions de démarrage d'une telle industrie.

Une première installation d'équipement pour le chauffage et la production de vapeur a été réalisée au centre hospitalier d'Amqui, en décembre 2009 (Légaré, 2010). C'est la Coopérative forestière de la Matapédia, une coopérative de travailleurs qui récolte la biomasse, la transporte, la fait sécher, la déchiquette, l'entrepose et la livre à l'hôpital. La Coopérative a obtenu du MRNF un permis de récolte de biomasse forestière résiduelle sur des terres publiques. Bien que le centre

hospitalier soit propriétaire de la chaufferie, c'est la Coopérative qui gère son opération et son entretien.

Leur expérience a confirmé que la façon la plus économique de fournir la biomasse consistait à la récolter et à la transporter en bois ronds jusqu'au site d'entreposage temporaire que l'on appelle aussi « plate-forme ». À cet endroit, le bois est disposé de façon à le laisser sécher à l'air libre pendant quelques mois puis il est déchiqueté et entreposé, dans un abri muni d'une toiture mais fermé sur seulement trois côtés, jusqu'au moment de la livraison. Leur expérience leur a aussi confirmé l'importance d'avoir une humidité et une granulométrie uniformes de la biomasse.

Aux dernières nouvelles, la rentabilité de ce projet, subventionné par l'Agence de l'efficacité énergétique, semblait devoir être plus grande que prévue (Savard, 2010). Aussi, des mesures de la qualité de l'air ambiant, effectuées par des prélèvements d'air en différents points dans l'environnement de l'hôpital, n'ont mesuré aucune augmentation détectable de la contamination de l'air en période de fonctionnement des chaudières à la biomasse de l'hôpital. Aussi, aucune plainte n'a été rapportée par les voisins relativement à l'opération de la chaufferie ou à la livraison de combustible sauf, dans un seul cas, à cause du bruit produit lors de la réparation à l'extérieur de la chaufferie d'une pièce d'équipement durant l'été.

Une trentaine d'autres projets d'implantation sont à l'étude ou en cours de réalisation actuellement dans cette région et dans le reste du Québec (Gagné, 2010 b).

Cependant, on peut difficilement comparer la situation de la vallée de la Matapédia à celle de la région de Brome-Missisquoi. Premièrement, dans la vallée de la Matapédia, le bois est récolté sur des terres publiques gérées par un système provincial de concessions forestières, alors que dans la région de Brome-Missisquoi, le bois serait récolté à plus de 90 % sur des terres privées gérées par un système régional d'attribution de volume de récolte de bois. Dans la vallée de la Matapédia, l'industrie forestière est la principale activité économique et la crise économique de 2008 a accentué un problème chronique de chômage. La région de Brome-Missisquoi doit attirer de la main-d'oeuvre pour satisfaire une industrie manufacturière et agro-alimentaire variée.

8 LES NORMES ET LES RÈGLEMENTS

Du point de vue de la récolte et du transport de la biomasse, la réglementation qui s'applique est la même que celle qui s'applique au bois de pâte et au bois de sciage. Il faut obtenir un avis de pertinence du MRNF pour s'approvisionner en biomasse forestière pour le chauffage. Tout acheteur de 2 000 mcs de bois non transformé en provenance de la forêt doit détenir un permis du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Le bois récolté réduit en copeaux n'est pas considéré comme transformée par le MRNF.

Les appareils brûlant de la biomasse forestière doivent se conformer au Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, mais il n'est pas nécessaire d'obtenir un certificat d'autorisation de MDDEP pour l'installation d'appareils de moins de 3 MW. Par contre, un certificat d'autorisation de MDDEP est requis pour les systèmes de dépoussiérage, peu importe la puissance des appareils sur lesquels ils sont installés. Les installations devront aussi se conformer aux règlements municipaux sur la prévention des incendies.

Le Conseil de l'environnement de la Montérégie (CREM) pourrait appuyer l'industrie du chauffage à la biomasse forestière, mais il faudra démontrer que cette industrie diminuera réellement les émissions de gaz à effet de serre et respectera l'environnement, les forêts et la faune.

8.1 Règlements provinciaux

La situation réglementaire concernant l'utilisation de bois et de biomasse comme combustible s'est éclaircie récemment avec l'adoption de deux règlements provinciaux soit : le « Règlement sur le chauffage au bois » (MDDEP, 2011 a), adopté en 2008 et mis à jour en août 2011 et le « Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère » (MDDEP, 2011 b), adopté en juin 2011.

Le règlement sur le chauffage au bois vient encadrer l'utilisation de petits appareils de chauffage au bois allant jusqu'à 150 kW (environ 500 000 btu/h). Tous les nouveaux appareils de cette catégorie vendus ou installés au Québec doivent être certifiés conformes à la norme canadienne CSA B415 ou à la norme américaine EPA 40 CFR 60. Ces normes, assez semblables, imposent la

mise à l'essai des poêles et des fournaies dans des conditions qui simulent la plus mauvaise utilisation de ces appareils. Le dégagement de contaminants dans l'atmosphère est alors mesuré et ne doit pas dépasser une valeur limite qui est entre 10 et 20 fois inférieure au dégagement de contaminants des poêles à bois conventionnels (non conformes).

Le règlement sur l'assainissement de l'atmosphère s'applique aux appareils de plus grande capacité et vient réduire les limites de dégagement de contaminants dans l'atmosphère comparé à l'ancien « Règlement sur la qualité de l'atmosphère ». De plus, il vient préciser les limites de dégagement atmosphérique de certains contaminants spécifiés comme les dioxydes et furanes, les phénols, etc., dans le cas de la combustion de biomasse contaminée. Le règlement oblige l'utilisateur à effectuer des mesures initiales, et périodiques par la suite, des contaminants émis à l'atmosphère.

TABLEAU 8.1 : ÉMISSIONS LORS DE LA COMBUSTION DE DIFFÉRENTS COMBUSTIBLES DANS DIFFÉRENTS APPAREILS, EN MILLIGRAMMES PAR MÉGAJOULES

Type de Système	Particules	SO ₂	NO _x	COV	CO	CO ₂
Mazout	5	140	40	10	50	78 000
Gaz naturel	0	0	40	5	50	52 000
Chaudière à copeaux ou granules	15 à 30	10	45	2	100	0
Chaudière à bûche moderne	100 à 200	10	42	9	366	0
Poêle certifié	200	10	42	9	366	0
Poêle non certifié	2 000	10	50	1 000	6 000	0

Tiré de Daribeault, J., 2007. Institut de recherche de l'Hydro-Québec

Dans le cas de la combustion de la biomasse forestière, ou des rejets d'usines de première transformation sans contamination chimique, seulement l'émission des particules fines doit être mesurée. Cette biomasse peut être brûlée, sans demande de certificat d'autorisation du MDDEP dans des appareils de moins de 3 MW, ce qui est normalement le cas des appareils installés dans des bâtiments institutionnels et commerciaux. Toute installation d'appareils de 3 MW et plus doit faire l'objet d'une demande de certificat d'autorisation auprès du MDDEP. Les émissions à l'atmosphère de ces appareils doivent être caractérisées initialement et périodiquement.

En ce qui concerne la combustion de biomasse de récupération (CRD) et de biomasse d'usine de deuxième transformation contaminée par des produits chimiques, comme la colle et la teinture, sa combustion ne peut se faire que dans des appareils de plus de 3 MW. Ces appareils doivent avoir la capacité d'incinérer les contaminants.

Le MDDEP prend pour acquis que toute la biomasse récupérée des centres de tri doit être considérée comme si elle était contaminée. Cette règle s'applique même aux bois « propres » triés aux centres de tri comme les madriers et les 2x3 obtenus lors de la démolition et qui n'ont jamais été traités ou peints. Cependant, le bois de récupération propre pourrait ne pas être considéré comme contaminé à la condition que la provenance de cette biomasse soit documentée de façon à démontrer sa qualité de façon non équivoque.

TABLEAU 8.2 : ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR OBTENIR UNE QUANTITÉ D'ÉNERGIE ÉQUIVALENTE À LA COMBUSTION D'UNE TONNE DE BOIS ANHYDRE, EN KILOGRAMMES DE CO₂

Biomasse	Propane	Gaz naturel	Huile # 2
0	691	583	792

Les cendres provenant de la combustion de biomasse forestière non contaminée ne sont pas considérées comme matière résiduelle dangereuse et elles peuvent être acheminées vers un site d'enfouissement réglementaire ou valorisées comme engrais. Cependant, il y a peu d'exemples

d'utilisation des cendres comme engrais, à part peut-être pour la culture du saule à croissance rapide, et les cendres son généralement destiné à l'enfouissement.

8.2 Règlements régionaux et municipaux

Dans la région de Brome-Missisquoi, la MRC n'a pas adopté de règlements particuliers concernant la récolte, le transport et la combustion de la biomasse s'appliquant à l'ensemble de la région. Pour la récolte et le transport du bois, chaque municipalité maintient ses propres règlements qui ne sont pas spécifiques à la biomasse destinée à la combustion et qui sont déjà bien connus des producteurs et des groupements forestiers.

En ce qui concerne la combustion de biomasse, certaines municipalités ont un règlement qu'elles ont adopté pour interdire certains systèmes de chauffage au bois installés à l'extérieur et qui dégagent presque continuellement une épaisse fumée noire. Ces appareils, surnommés « boucaneuse » sont inefficaces et polluants, au point d'entraîner des plaintes du voisinage, et de nombreuses municipalités au Québec les ont interdits. Selon la façon dont ces règlements sont formulés, ils pourraient empêcher l'installation des chaufferies extérieures que l'on utilise généralement pour installer les appareils de chauffage à la biomasse. Il se peut que certains de ces règlements aient à être reformulés pour permettre l'installation de chaufferies contenant des appareils efficaces et propres comme les appareils de chauffage à la biomasse de conception récente. Depuis l'adoption des deux règlements provinciaux qui restreignent de façon efficace l'installation d'appareils polluants, certains de ces règlements municipaux pourraient peut-être tout simplement être abrogés.

Finalement, plusieurs municipalités possèdent un règlement sur la prévention des incendies et il y a un projet de règlement régional à ce sujet en élaboration par la MRC de Brome-Missisquoi qui devrait être en vigueur prochainement.

9 LES ÉQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE

La conception des appareils développés au Québec s'inspire surtout des appareils utilisés en Europe depuis plusieurs décennies. Au moment d'écrire ces lignes, au moins un fabricant québécois détient une licence formelle d'un fabricant européen pour fabriquer ses appareils au Québec, en se servant de l'expérience de son partenaire de France, en affaires depuis 40 ans.

Les appareils de chauffage et de production de vapeur à la biomasse sont entièrement automatisés. Le combustible est acheminé mécaniquement depuis la réserve jusqu'à la chambre à combustion de l'appareil et les cendres sont déposées dans une benne attachée à l'appareil ou dans un conteneur installé à l'extérieur de la chaufferie. Un panneau de contrôle, intégrant un automate programmable, optimise le fonctionnement de l'appareil en toutes circonstances et permet la surveillance et le contrôle à distance par Internet.

Les appareils de petite capacité fonctionnent sans la présence d'un opérateur et ne nécessitent qu'une visite périodique de vérification et d'entretien. Les appareils de plus grande capacité ou fonctionnant à haute pression doivent être surveillés plus fréquemment par un opérateur qualifié, selon des règles établies par le « Règlement québécois sur les mécaniciens de machines fixes ».

9.1 Les équipements disponibles au Québec

L'industrie québécoise du chauffage à la biomasse étant jeune, on ne retrouvait, il y a trois ans, que 3 ou 4 fournisseurs d'équipements de chauffage à la biomasse au Québec. À ce jour, il y a une quinzaine de fournisseurs dont 9 fabriquent leurs appareils au Québec.

Les fournisseurs qui fabriquent leurs équipements au Québec sont : Biofour, Chauffage Éconoserres, Combustion Expert, Compte Fournier, Ducova, Écosens Énergie, Geysier Vallée, Idéal Combustion et Transfab Énergie. Les autres fournisseurs importent leurs appareils des États-Unis, mais aussi d'Europe : Central Boiler, Hargasner, Uniconfort, Viessmann, Wellons FEI Energy.

9.2 La performance des équipements disponibles

La grande différence entre les appareils munis de brûleurs, à l'huile ou au gaz, et les appareils de combustion à la biomasse vient du fait que l'on ne peut pas démarrer ces derniers aussi rapidement puisqu'ils ont une période de réchauffement beaucoup plus longue. Donc, plutôt que d'avoir un système qui fonctionne à pleine capacité selon le mode « arrêt/départ » (on/off), on aura un système qui fonctionne en modulation de régime.

La plage de fonctionnement de ces appareils se situe généralement entre 25 % à 100 % du régime maximum. Cependant, plus on diminue le régime de l'appareil, moins l'efficacité sera grande et, en bas du seuil minimum, la combustion devient incomplète, l'efficacité diminue rapidement et le dégagement de contaminants dans l'atmosphère augmente.

Cette caractéristique impose l'un des deux choix suivants aux utilisateurs d'appareils de chauffage à la biomasse. Ils peuvent installer deux appareils de chauffage à la biomasse, un de plus grande puissance pour la période d'hiver et l'autre, de plus petite puissance pour les périodes de faible demande. Ils peuvent aussi installer un appareil de chauffage à la biomasse de puissance intermédiaire qui fournira la plus grosse partie de la chaleur et un appareil de petite puissance utilisant une autre source d'énergie (huile, gaz, électricité) qui fournira la chaleur d'appoint durant les périodes de faible demande et durant les périodes de pointe.

Parmi les équipements de chauffage à la biomasse disponibles au Québec, la capacité varie de 100 kW à plus de 12 000 kW. Certains fournisseurs se spécialisent dans une partie de la gamme de capacité, d'autres offrent une gamme complète d'appareils. L'efficacité peut être équivalente à celle des appareils de chauffage à l'huile soit de l'ordre de 80 %, en fonction de la conception et, surtout, du degré d'humidité de la biomasse utilisée.

Ces appareils peuvent brûler une variété de combustibles solides allant des granules aux copeaux en passant par les broyures, les blocs et les écorces. Certains appareils sont conçus pour un type de combustible déterminé et auront généralement une efficacité plus élevée alors que d'autres appareils peuvent accueillir différents type de combustibles, mais le feront au prix d'une baisse d'efficacité selon le combustible utilisé. Comme pour la capacité des appareils, certains

fournisseurs se spécialisent dans certains types de combustibles alors que d'autres offrent des appareils pour brûler toute la gamme de biomasse disponible.

Certains fournisseurs installent un brûleur « rétro-fit » dans des systèmes de chauffage existants, ce qui permet de réutiliser les chaudières et bouilloires de l'ancien système. Il y a plusieurs fabricants qui offrent un service de conception sur mesure et l'on peut dire que pratiquement toutes les technologies existantes dans ce domaine sont disponibles au Québec.

9.3 Les prix et délais de livraison

Les prix varient autant que la qualité et peuvent passer du simple au double pour un appareil de même puissance en fonction de la performance, de la robustesse et la durée de vie de l'équipement. Les plus petits projets qui requièrent l'installation d'appareils de 250 à 300 kW peuvent représenter de 100 000.\$ à 250 000.\$ d'investissement selon la qualité de l'appareil de chauffage, des équipements connexes (dépollueurs, réservoir d'eau), du type de bâtiment de la chaufferie et de la dimension de la réserve de combustible. Les plus gros projets dépassant 10 000 kW peuvent atteindre plusieurs millions de dollars en investissement de départ.

Afin de choisir l'appareil le plus rentable, qui ne correspondra pas nécessairement au moins cher, il faut évaluer minutieusement l'ensemble des coûts sur toute la durée de vie de l'équipement : acquisition, installation, opération, entretien, réparation, combustible, etc. La durée de vie des équipements peut dépasser 30 ans. Au bout de cette période, les équipements peuvent être remis à neuf pour un coût moindre que celui de l'achat d'un équipement neuf.

Les délais entre la signature du contrat de vente et la mise en opération du système de chauffage peuvent varier de 4 à 9 mois, selon qu'il s'agisse d'équipement standard ou sur mesure. Les délais peuvent aussi dépendre de la capacité de production et du taux d'occupation du fabricant. La mise en route peut ne prendre que quelques heures à quelques jours pour des appareils dont la technologie est éprouvée, mais peut être de plusieurs semaines pour des équipements complexes de grande capacité faits sur mesure.

10 LES OPÉRATEURS

La grande majorité des utilisateurs d'appareils de chauffage à la biomasse seront des acheteurs de biomasse relativement petits et ils utiliseront le bois réduit en broyures ou en copeaux. Ils seront rarement équipés pour traiter eux-mêmes la biomasse et ils auront rarement l'espace pour entreposer la quantité de biomasse utilisée durant une saison complète. La presque totalité des utilisateurs de biomasse à des fins de chauffage institutionnel et commercial retiendront les services d'un intermédiaire qui s'occupera du séchage, de la transformation, de l'entreposage et de la livraison du combustible. On appelle généralement cet intermédiaire « opérateur » du même nom que les entreprises qui font ce genre d'activités dans le domaine du bois de récupération.

Il n'y a actuellement qu'un seul opérateur déjà actif dans la région et qui peut fournir de la biomasse forestière sur demande : la compagnie ValBio. Cet opérateur est en affaires depuis quelques années et possède l'organisation et l'expérience requises dans le domaine de la biomasse forestière pour fournir un combustible de qualité, d'humidité et de granulométrie uniformes.

Les opérateurs de la région dans le domaine du bois de récupération, comme Récupération 2000 de Cowansville, ainsi que la Régie intermunicipale d'élimination des déchets solides de Brome-Missisquoi (RIEDSBM) possèdent les sites et les équipements, du moins en partie, et pourraient rapidement s'organiser pour fournir de la biomasse forestière prête à l'emploi à un ensemble de clients. La RIEDSBM serait aussi intéressée à agir de façon complémentaire au secteur privé et, au besoin, en partenariat avec une entreprise privée pour offrir ce service.

Finalement, les groupements forestiers du territoire du Syndicat des producteurs de bois de l'Etrie ont déjà commencé à planifier la récolte de biomasse résiduelle et certains ont effectué des essais pour déterminer les meilleures méthodes de production et les coûts associés. Dans Brome-Missisquoi, le Groupement forestier du Haut-Yamaska serait intéressé à s'organiser pour agir à titre d'opérateur sitôt que la demande le justifiera.

11 LES UTILISATEURS POTENTIELS

Puisque le coût du combustible de biomasse est beaucoup moins élevé que celui des combustibles fossiles, il n'y a que le coût initial d'investissement dans les équipements qui soit un frein au remplacement du combustible fossile par la biomasse. On cherchera donc, pour débiter, les utilisateurs les plus en mesure d'obtenir une courte période de retour sur l'investissement.

Le tableau suivant donne un ordre de grandeur de l'énergie consommée par type de bâtiment. Le nombre de voyages de camion par année a été évalué en supposant de la biomasse de feuillus.

TABLEAU 11.1 : ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR TYPE DE BÂTIMENT

Bâtiment chauffé	Maison	École	Hôpital
Puissance installée en kW	15	150	1 500
Énergie requise en MW-h/an	50	500	5 000
Biomasse requise en tma	10	100	1 000
Voyages de camion par an	0,5	5	50

11.1 Les premiers utilisateurs

Pour identifier les utilisateurs les plus susceptibles de procéder à la substitution des combustibles fossiles par la biomasse, on se basera sur certaines caractéristiques. On cherchera, premièrement, à remplacer les systèmes de chauffage à l'huile parce que c'est l'huile qui est le combustible fossile le plus cher actuellement. On s'intéressera aux bâtiments ayant déjà un système de chauffage central avec distribution de chaleur par eau chaude (ou vapeur) ou par air chaud afin d'éviter l'investissement relié à l'installation d'un tel système.

Ensuite, on visera à remplacer les systèmes de chauffage pratiquement désuets puisqu'ils sont moins efficaces, qu'ils sont déjà amortis et sur le point d'être remplacés de toute façon. On

s'assurera que le bâtiment devant être chauffé par le nouveau système de chauffage a déjà été l'objet de mesures d'efficacité énergétique, comme l'ajout d'isolant thermique et le calfeutrage des infiltrations, de façon à installer l'appareil de plus petite capacité possible. Finalement, on choisira de préférence les bâtiments dont l'usage nécessite l'utilisation de chaleur durant toute l'année de façon à maximiser les économies de combustible par rapport au coût d'investissement en équipement.

Parmi les bâtiments institutionnels et commerciaux visés par le programme de l'ancienne Agence de l'efficacité énergétique, on retrouve : les hôpitaux, les écoles, les polyvalentes, les hôtels de villes, les garages municipaux, les casernes de pompiers, les arénas, les centres communautaires, les bâtiments administratifs gouvernementaux, les CLSC, les CHSLD, les cliniques privées, les centres de détention, les églises, les presbytères, les centres commerciaux, les commerces à grandes surfaces, les immeubles de services, etc.

11.2 Le modèle d'affaires

Il y a plusieurs modèles d'affaires qui peuvent être utilisés pour la conversion vers la biomasse forestière. Les bâtiments des organismes peuvent être chauffés individuellement ou reliés en réseaux, par conduites souterraines, à une chaufferie centrale. La chaufferie peut être la propriété d'un des organismes, qui gèrent son opération ou qui confient sa gestion à une entreprise externe, et qui vend l'énergie aux autres partenaires. La chaufferie peut aussi être la propriété d'une entreprise externe qui l'opère et qui distribue la chaleur à un coût établi par contrat. À Amqui, l'hôpital est propriétaire de la chaufferie, mais c'est le fournisseur de combustible qui gère son opération et son entretien et qui réclame à l'hôpital un montant proportionnel à l'énergie utilisée.

Il y a plusieurs municipalités dans Brome-Missisquoi où il pourrait être intéressant d'installer un réseau de chauffage pour relier les principaux bâtiments institutionnels et commerciaux de différents propriétaires. Cependant, les projets impliquant des bâtiments de plusieurs institutions différentes sont plus longs à mettre en branle et il faut souvent compter plus de deux ans entre le début des études et la décision d'implantation.

12 LE FINANCEMENT

Bien que le combustible de biomasse forestière puisse être jusqu'à trois fois moins cher que les combustibles fossiles, comme l'huile à chauffage, le coût plus élevé des installations des chaufferies et des réserves de biomasse représente un frein à l'introduction de ce nouveau combustible. Au prix actuel de l'énergie, il ne fait aucun doute que l'utilisation d'équipements de chauffage à la biomasse représente des économies importantes si l'on considère toute la durée de vie des équipements, mais la période de retour sur l'investissement (PRI) peut excéder les standards d'environ trois ans dans l'entreprise privée et de sept ans dans les institutions. Tant que le coût de l'énergie n'aura pas atteint un certain seuil, les projets de remplacement d'énergie fossile par la biomasse devront profiter d'incitatifs financiers pour se réaliser dans ces conditions.

Il pourrait être intéressant, pour certaines entreprises manufacturières ou agroalimentaires, d'utiliser la biomasse forestière pour leur chauffage, individuellement ou en réseaux. Malheureusement, à part les programmes destinés aux gros utilisateurs d'énergie et aux entreprises qui produisent elles-mêmes leur biomasse, aucun programme ne vise spécifiquement à encourager l'ensemble des entreprises à utiliser la biomasse forestière pour combler leurs besoins énergétiques.

Il est possible que de tels programmes soient mis en vigueur prochainement, mais actuellement, on ne peut prévoir l'orientation que le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune entend donner aux programmes anciennement gérés par l'Agence de l'efficacité énergétique qui est maintenant intégrée au Ministère.

Par contre, pour le lancement de projets pilotes, il existe plusieurs sources de financement non spécifique administré par différents ministères et organismes gouvernementaux. Aussi, d'autres organismes, comme Hydro-Québec, se préparent à lancer des programmes d'encouragement à l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie.

12.1 Les programmes du MRNF anciennement gérés par AEE

L'Agence de l'efficacité énergétique, intégrée au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune depuis le 1er juillet 2011, avait mis en place il y a quelques années des programmes d'encouragement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à l'utilisation de sources d'énergie de remplacement des combustibles fossiles. Il existe actuellement trois programmes auxquels les institutions et les entreprises peuvent faire appel.

12.1.1 Programme d'appui au secteur manufacturier

Un premier programme s'appelle « Programme d'appui au secteur manufacturier ». Ce programme vise à aider les entreprises à diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre en remplaçant les combustibles fossiles ciblés (mazout léger, propane et butane) par de la biomasse pour produire leur énergie. L'aide financière est de 50 % du coût des études jusqu'à 50 000.\$, en fonction du type d'étude, et de 75 % des coûts d'implantation jusqu'à 250 000.\$ par projet. L'aide financière sera toutefois limitée de façon à ne pas diminuer la PRI en dessous d'un an. Cependant, seules les entreprises qui produisent elles-mêmes la biomasse qu'elles veulent utiliser pour produire de l'énergie peuvent souscrire à ce programme. En plus, elles doivent démontrer que cette biomasse ne trouve pas d'acheteurs ou bien qu'elles la vendent à un prix dérisoire uniquement pour s'en débarrasser. Les projets de remplacement de combustibles se réalisent aussitôt que la rentabilité financière le permet en fonction des prix de l'énergie, de la demande pour leurs résidus de bois et de l'obtention de l'appui financier.

12.1.2 Programme de réduction de consommation de mazout lourd

Un deuxième programme se nomme « Programme de réduction de consommation de mazout lourd ». Ce programme vise à aider les entreprises qui consomment du mazout lourd, ou de grandes quantités (plus d'un million de litres par an par combustible) d'huiles usées, d'huile à chauffage, de propane ou de butane, à diminuer cette consommation. Plusieurs moyens de diminution de la consommation, comme l'efficacité énergétique et le remplacement du combustible fossile par de la biomasse de provenance diverse, peuvent permettre d'obtenir l'aide financière. L'aide financière peut atteindre 75 % du coût du projet jusqu'à 5 millions de dollars par projet, sans toutefois réduire le retour sur l'investissement à moins d'un an ni excéder 40 \$ par tonne de réduction annuelle de GES. Ce programme peut permettre l'utilisation de bois de

récupération, puisque les consommateurs de mazout lourd ou de grandes quantités d'autres combustibles fossiles le font dans des appareils de capacité plus grande que 3 MW. Cependant, ce genre de consommateurs d'énergie est pratiquement absent dans la région de Brome-Missisquoi, à part Graymont qui est organisé pour gérer lui-même ses projets de remplacement de combustible, comme il le fait actuellement à son usine de Dudswell.

12.1.3 Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage

Le troisième programme est un programme pilote appelé « Programme d'aide à l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage ». Ce programme donne un support financier pour la conversion des bâtiments institutionnels, commerciaux (incluant les services) et religieux vers le chauffage à la biomasse forestière résiduelle. Puisque ces organisations n'ont généralement pas le personnel et l'expertise requise pour évaluer et gérer les projets de remplacement de combustible, le programme finance 75 % des études de faisabilité, jusqu'à concurrence de 25 000.\$ et 75 % des études d'approvisionnement, aussi jusqu'à concurrence de 25 000.\$. Le programme finance ensuite la conversion du système de chauffage existant ou l'installation d'un nouveau système de chauffage à la biomasse forestière résiduelle jusqu'à concurrence de 500 000.\$ par projet. Le financement ne doit pas dépasser 50 % du coût du projet et ne doit pas non plus ramener la période de retour sur l'investissement à moins de 4 ans.

Ce programme était doté d'une enveloppe budgétaire initiale de 10 millions de dollars et la plus grande partie des sommes est sur le point d'être engagée suite au lancement récent de plusieurs projets d'implantation de chaufferies pour lesquels les études avaient été entreprises durant les années précédentes. Le budget pourrait être épuisé avant la fin de son échéance du 31 mars 2012. Actuellement, personne ne peut dire si ce programme sera renouvelé et il serait surprenant que de nouvelles sommes soient injectées avant le prochain budget provincial, en mars 2012.

12.2 Les programmes du MAPAQ

Un des volets du programme Prime-Vert de Ministère de l'Agriculture des Pêches et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a comme objectif de favoriser l'utilisation de la biomasse (bois, résidus forestiers ou autres) pour le chauffage de serres ou de bâtiments d'élevage ainsi que

pour d'autres opérations nécessitant auparavant l'utilisation d'énergie fossile. Ce volet a été établi dans une perspective de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce volet s'adresse aux exploitations agricoles serricoles ayant une superficie d'au moins 1 000 mètres carrés et aux exploitations agricoles d'élevage d'au moins 10 unités animales utilisant l'énergie fossile comme source principale d'énergie. L'aide financière couvre jusqu'à 30 % des coûts admissibles établis par le Ministère en ce qui a trait aux travaux et aux services professionnels, mais ne peut excéder 50 000 \$ pour l'acquisition des équipements qui utilisent l'énergie provenant de la biomasse.

Un autre volet du même programme vise le remplacement des équipements d'évaporation de la sève d'érable utilisant de l'énergie fossile par des équipements utilisant de la biomasse. Le montant maximum accordé par exploitation est de 7 500 \$.

12.3 Autres sources de financement

Il pourrait être possible de financer un projet pilote pour une entreprise ou une autre organisation à partir de programmes d'autres sources qui ne sont pas spécifiques à cette filière énergétique, comme les programmes du MDEIE, du CRRNT ou de la CRÉ, par exemple. Les municipalités peuvent obtenir du financement du Ministère des Affaires municipales des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) pour effectuer, entre autres, les études de pré-faisabilité.

Il existe aussi des programmes de différents ministères pour encourager l'efficacité énergétique et la diminution des émissions de gaz à effet de serre dans leurs propres institutions. Le Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport du Québec (MELS) peut financer en partie ces projets dans les institutions d'enseignement. Les hôpitaux peuvent obtenir du financement du Ministère de la Santé du Québec pour de tels projets. Le gouvernement fédéral dispose aussi de fonds pour entreprendre des projets d'efficacité énergétique dans les immeubles fédéraux.

13 CONCLUSIONS

Toutes les conditions sont présentes dans Brome-Missisquoi pour le développement de l'industrie du chauffage à la biomasse forestière.

- **Il y a amplement de biomasse forestière résiduelle disponible** sous forme de bois rond pour amorcer le développement de l'industrie du chauffage institutionnel et commercial à la biomasse dans Brome-Missisquoi, sans utiliser les cimes et les branches de petites dimensions. Sur le territoire du SPBE, il pourrait y en avoir jusqu'à 175 000 tonnes métriques anhydres par année. La façon la moins coûteuse et la plus pratique de récolter la biomasse forestière résiduelle consiste à la récupérer sous forme de bois rond. La récolte en longueur de 4 pieds conviendrait aussi aux petits producteurs forestiers qui ne sont pas mécanisés.
- **Cette disponibilité de biomasse permettrait d'envisager la réalisation de nombreux projets dans Brome-Missisquoi.** Par exemple, pour un centre hospitalier d'une cinquantaine de lits, il faudrait environ 1 000 tma de biomasse par année pour fournir le chauffage, l'eau chaude et la vapeur. Cela représente une moyenne d'une livraison et demie d'un camion de copeaux par semaine. Pour une école, il faudrait environ 100 tma par année, donc environ cinq livraisons de copeaux par année. Il y a donc plusieurs centaines de projets réalisables à moyen terme à partir de la biomasse forestière disponible.
- **Les prix de la biomasse forestière varient de 75 \$ à 100 \$/tm humide à 35 %. Ce prix représente environ le tiers du prix de l'huile à chauffage et la moitié du prix du gaz naturel** pour une même quantité d'énergie produite, aux prix des combustibles fossiles d'aujourd'hui. Ces prix sont ceux de la biomasse forestière récoltée sur les terres publiques qui sont actuellement d'environ 15% inférieurs au prix que le SPBE voudrait vendre la biomasse, soit le prix payé par Domtar pour le bois à pâte. Cependant, lorsque la récupération de la biomasse est intégrée aux opérations de récolte de bois marchand, le coût marginal de récupération de la biomasse en bois rond serait moindre que le coût de

récolte du bois marchand. Les producteurs forestiers pourraient avoir avantage à vendre à moindre prix le bois d'éclaircie afin de rentabiliser leurs travaux d'aménagement.

- **Sur le plan de l'organisation de la récolte**, en plus d'un opérateur déjà organisé pour fournir de la biomasse forestière, plusieurs autres entreprises, comme les groupements forestiers et certains récupérateurs de CRD, sont intéressés à s'organiser pour offrir ce genre de services sitôt que la demande se présentera. La RIEDSBM pourrait aussi s'associer avec des partenaires privés pour faciliter la fourniture de biomasse forestière résiduelle.

- **Quant aux utilisateurs, plusieurs projets potentiels pourraient être réalisés** et pourraient justifier une analyse de faisabilité plus complète. Cependant, le chauffage à la biomasse est généralement mal connu. Cette source d'énergie est aussi mal connue des instances politiques et administratives alors que pour assurer le succès du démarrage de cette industrie, ces instances devront absolument supporter activement cette industrie.

- **Les équipements de chauffage à la biomasse sont disponibles** et plusieurs technologies sont suffisamment éprouvées pour donner l'assurance de réaliser des projets avec succès.

- **La rentabilité de l'installation de systèmes de chauffage à la biomasse est grande si on la mesure sur toute la durée de vie de ces équipements.** Cependant, on se sert le plus souvent de la période de retour sur l'investissement (PRI), qui doit se situer entre 3 et 7 ans, pour sélectionner les projets. Pour que l'investissement dans l'installation d'un système de chauffage à la biomasse se conforme au critère de la PRI, le coût des énergies fossiles devrait être plus élevé, à moins que le projet ne soit subventionné.

- **Les programmes de l'ancienne Agence de l'efficacité énergétique du Québec offrent un excellent incitatif financier** pour les études et les implantations de systèmes de chauffage à la biomasse. Cependant, les fonds du programme favorisant l'utilisation de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage institutionnel et commercial sont pratiquement épuisés et il est peu probable que des fonds supplémentaires soient injectés

avant le prochain budget provincial en mars 2012. D'autres sources de financement, non spécifique au chauffage à la biomasse forestière résiduelle pourraient cependant être sollicitées d'ici le prochain budget provincial.

La création d'emplois par cette industrie n'a pas le même attrait dans Brome-Missisquoi que dans les régions dont la principale source d'emploi vient de l'industrie forestière et qui connaissent un taux de chômage élevé. Cependant, l'intérêt pour le développement durable et la protection de l'environnement, l'économie réalisable par les utilisateurs éventuels de biomasse forestière et l'encouragement à l'aménagement forestier sont des attraits considérables pour inciter à la production et à l'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage. Le désir de faire de Brome-Missisquoi une région verte et en santé devrait motiver les instances locales à encourager l'utilisation de cette source d'énergie.

14 ÉTAPES SUBSÉQUENTES

L'implantation d'un projet pilote de chauffage institutionnel à la biomasse dans Brome-Missisquoi permettrait de démontrer les avantages environnementaux et économiques de cette filière énergétique et donnerait l'occasion à l'ensemble de la population de prendre conscience du potentiel de cette industrie. Pour ce faire, les mesures suivantes permettraient d'optimiser le succès d'une telle démarche.

- **Identification d'un porteur de projet.** Pour faciliter et accélérer l'implantation d'un projet pilote, la région devra désigner un porteur de projet, comme la MRC par exemple, qui prendrait la responsabilité d'initier le développement de cette industrie. Les ressources requises pourraient être financées par une contribution de l'ensemble des organismes intéressés par le développement cette filière énergétique. Des entreprises privées pourraient aussi contribuer de différentes façons au développement de cette industrie.
- **Sensibilisation du milieu et des décideurs.** Étant donnée la méconnaissance du sujet, une des premières mesures à prendre est l'organisation d'une activité de sensibilisation et d'information sur le chauffage à la biomasse forestière. Cette activité pourrait prendre la forme d'un colloque d'au moins une demi-journée traitant des différents aspects du sujet et destinée aux élus, aux administrateurs des institutions publiques et aux dirigeants des organismes et des entreprises intéressés par la question.
- **Concertation des intervenants.** Une concertation devrait être réalisée impliquant les organismes de mise en marché du bois, les producteurs et les conseillers forestiers afin d'identifier des mesures d'incitation à la récupération de la biomasse forestière résiduelle, particulièrement celle qui est générée de toute façon dans le cadre des opérations d'aménagements forestiers courants.
- **Inventaire du potentiel de remplacement.** La présente étude de préfaisabilité aura permis de confirmer que de nombreux projets pourraient être réalisés. Un inventaire du potentiel de remplacement des combustibles fossiles utilisés dans les bâtiments

institutionnels, commerciaux et religieux sur le territoire de Brome-Missisquoi devrait être réalisé afin de mettre en évidence et de préciser la quantité de combustibles fossiles remplaçables, la quantité de biomasse utilisable et les émissions de GES évitables.

- **Mécanisme de gestion spécifique à la biomasse forestière.** Une autre mesure qui semble indispensable au démarrage de cette industrie est l'implantation par le Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie d'un mécanisme de gestion spécifique à la production et à la mise en marché de la biomasse forestière à des fins énergétiques. Cette industrie nécessite une garantie d'approvisionnement à long terme et une stabilité relative du prix de cette énergie. Une gestion particulière de cette ressource devrait permettre d'amorcer l'industrie et de la soutenir durant les premières années jusqu'à ce que l'approvisionnement soit fiable et jusqu'à ce que les prix de l'énergie soient suffisamment élevés pour que la biomasse puisse se vendre à des prix équivalents à ceux du bois à pâte.

RÉFÉRENCES

- Baribeault, J., (2007) Utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage des bâtiments.
<http://www.bas-saint-laurent.org/pdf/crebsl/Colloque%20Suivi%20QC-Bionenergie.pdf>
- CRRNT, (2011) Portraits des ressources naturelles et du territoire : Portrait de la forêt de la Montérégie Est
http://prdir-me.comuv.com/B2_Portrait_Foret.pdf
- Caudron, G. (2011) Concertation des acteurs de la filière du bois récupéré du secteur CRD.
<http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/publications/mici/Rap-bois-crd-secor.pdf>
- Desrochers, L. (2010) Le chauffage à biomasse forestière : intro à un dossier chaud.
<http://www.biomassematapedia.com/data/desrochers.pdf>
- Douville, G., Vallée, V., Proulx, A., Bouchard, M., Brulotte, F. (2006) Biomasse forestière résiduelle : Inventaire des méthodes et équipements de récupération ainsi que des systèmes de combustion les plus courants.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/biomasse-forestiere.pdf>
- Dumoulin, M. (2010) Présentation des impacts potentiels du développement de la filière de la biomasse forestière comme source d'énergie.
<http://www.biomassematapedia.com/data/impactseconomiquesdumoulinlegare.pdf>
- Fortin, F. (2008) Estimation de la disponibilité de la biomasse forestière 2007-2008, présenté par MRNF selon les calculs de Jean-Guy Plasse,
- FQCF (2009) L'utilisation de la biomasse forestière pour la réduction des gaz à effet de serre au Québec. Fédération québécoise des coopératives forestières.
http://www.fqcf.coop/fileadmin/user_upload/documents_référence/Mémoire_FQCF_GES_au_Québec.pdf
- Gagné, E., (2010 a) Réalisation des activités de chauffage à la biomasse forestière par la Coopérative forestière de la Matapédia,
- Gagné, E., (2010 b) Récolte de biomasse forestière et chauffage : Aperçu de la situation au Québec.
http://www.cedfob.qc.ca/colloquesdoc/20110224/presentation_03_eugene_gagne_2011_02_24.pdf
- Giguère, M. (2011) Les extractibles forestiers: la situation des approvisionnements au Québec.
http://www.quebecwoodexport.com/fr/images/stories/pdf/Giguere_extractibles.pdf

- Gobeil, J. (2009) La biomasse forestière en Montérégie : une contribution de la forêt privée pour une source d'énergie renouvelable.
- Goyette, J. (2008) Valorisation de la biomasse forestière et des résidus de transformation.
<http://www.quebecwoodexport.com/biomasse/documents/Goyette.pdf>
- Jacques, D., (2010) Le bois, beaucoup plus qu'une ressource énergétique pour l'Europe.
<http://developpement-pme.qc.ca/upload/developpement-pme/editor/asset/DominiqueJacques2.pdf>
- Laflamme, N. (2008) Valorisation thermique de la biomasse forestière.
http://www.cedfob.qc.ca/colloquesdoc/20110224/presentation_04_nicolas_laflamme_2011_02_24.pdf
- Légaré, Y. (2010) Réalisation des activités de chauffage à la biomasse forestière par la Coopérative forestière de la Matapédia.
http://www.lamatapedia.ca/app/DocRepository/1/Industrie/Bois/biomasse/yoland_legare.pdf
- Lessard, J., (2010) Perfectionnement en gestion et utilisation de la biomasse forestière.
<http://www.fc.centre-matapedien.qc.ca/wp-content/uploads/2010/08/OffreServiceBiomasse5oct20102.pdf>
- MDDEP (2011a) Règlement sur les appareils de chauffage au bois. Mise à jour 2011
http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FQ_2%2FQ2R1.htm
- MDDEP (2011 b) Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère.
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/publications/reglement/reg-assainissement-atmosph.pdf>
- MRNF, (2008 a) Consommation d'énergie par forme.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-forme.jsp>
- MRNF, (2008 b) Consommation de biomasse
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-biomasse.jsp>
- Myre, R. (2008) La forêt et la biomasse forestière du Haut-Saint-François.
<http://cldhsf.com/wp-content/uploads/2010/01/Foret-Biomasse-cldHSF.pdf>
- Parviainen, J., (2010) Wood Energy and Green Business: An Opportunity for Rural Communities.
<http://www.biomassematapedia.com/data/impactseconomiquesfinlande.pdf>
- Picard, P.,(2007) Étude sur le bois de chauffage.
http://www.afm.qc.ca/pdf-2007/SPBSOQ06-bois_chauffage.pdf
- Rhéaume M.-A. (2004) Estimation de la récolte de bois de chauffage sur le territoire de la Montérégie : méthode et indicateurs de suivi
<http://www.afm.qc.ca/media-acceuil-menu/pdf2004/boischauffageMonteregie.pdf>

Roche (2008) Étude de pré faisabilité - Chaufferies institutionnelles à la biomasse forestière. Groupe-Conseil Roche Ltée.
http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/QWEB-Chaufferies_centrales-Rapport_final_04-07-20081.pdf

Röser, D. (2010) Energy Wood Harvesting –Finnish Perspective of Forest Fuel Supply Chains
<http://biomassematapedia.com/data/foretfinlande.pdf>

Savard, R. (2010) L'implantation d'un projet de chaufferie à la biomasse forestière. Un cas réel : Le CSSS de la Matapédia.
<http://developpement-pme.qc.ca/upload/developpement-pme/editor/asset/MSavard.pdf>

Senay, D., Landry, B. (2010) Portrait et enjeux de la production énergétique en Estrie. Version préliminaire.
http://www.creestrie.qc.ca/pdf/crrnt/Portrait_energie.pdf

Soucy, M., (2010) Pôle d'excellence en biomasse forestière.
<http://biomassematapedia.com/data/martinesoucy.pdf>

SPBE (2010) Rapport annuel 2010. Syndicat des producteurs de bois de l'Estrie.

Vaillant, M.-H., Simard, S. (2008) Production et utilisation des sous-produits générés par les entreprises de deuxième transformation du bois du Québec en 2007.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sous-produits-bois-2007.pdf>

Van Loo, S. Koppejan, J. (2008) The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing.
Édition : Sjaak van Loo and Jaap Koopejan, 442 p.

Yin, S. (2011) Caractérisation et conditionnement de la biomasse forestière résiduelle pour le chauffage collectif.
<http://www.quebecwoodexport.com/biomasse/documents/Yin.pdf>