



On gère de près



Bureau de Promotion des Produits Forestiers du Québec
Quebec Wood Export Bureau

ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ – PROJET DE BIOÉNERGIE FORESTIÈRE

RAPPORT FINAL

JUILLET 2007

Table des matières

Liste des tableaux	iv
Liste des figures	vii
Liste des annexes	viii
1 Introduction	1
2 Résumé de la recherche bibliographique	2
3 Approvisionnement en biomasse.....	4
3.1 Introduction.....	4
3.2 Méthodologie.....	4
3.2.1 Sources d'information	4
3.2.2 Définitions.....	5
3.2.3 Méthodologie d'évaluation des résidus d'exploitation et des volumes non alloués.....	6
3.2.4 Méthodologie d'évaluation par unité de surface et par type de traitement	10
3.2.5 Calcul du pourcentage de cendre par type de biomasse	12
3.2.6 Évaluation des coûts d'approvisionnement.....	17
3.3 Volumes de biomasse forestière par source et par type	21
3.3.1 Résultats régionaux et provinciaux selon l'extrapolation des bases de données du MRNF	21
3.3.2 Volumes de biomasse disponible pour le Québec et par région sur la base des inventaires de biomasse.....	36
3.4 Volumes de sous-produits des usines de transformation	36
3.5 Biomasse en provenance des autres sources potentielles.....	39
3.5.1 Les centres de tri près des centres urbains	39
3.5.2 Les volumes des chablis, des feux et des épidémies.....	40
3.5.3 Les volumes non alloués.....	40
3.6 Comparaison avec les données du MRNF	41
3.7 Coûts d'approvisionnement par système d'exploitation et par catégorie de distance	41
3.7.1 Coûts d'approvisionnement pour les systèmes de base	41
3.7.2 Résultats pour des systèmes optimisés visant une production de 100 000 TMA.....	43
3.8 Comparaison préliminaire du coût de la biomasse forestière et des sous-produits d'usines	45
3.9 Synthèse et conclusions sur le volet approvisionnement en biomasse forestière.....	45
4 Portrait et comparaison de la situation énergétique du Québec en regard de la bioénergie	47
4.1 Portrait de la situation énergétique québécoise et canadienne	47

4.2	Comparaison avec les autres pays où la bioénergie est en émergence	54
4.3	Applicabilité au Québec des politiques énergétiques étrangères sur la bioénergie	62
5	Marchés	63
5.1	Introduction.....	63
5.2	Marchés des granules de bois	64
5.2.1	Marché mondial.....	64
5.2.2	Marché nord-américain	69
5.2.3	Marché européen	75
5.3	Réseaux de distribution et prix des marchés	78
5.3.1	Québec.....	78
5.3.2	Nord-est des États-Unis	78
5.3.3	Europe.....	79
5.4	Marchés de la bûche de bois densifié.....	81
5.4.1	Marché québécois	84
5.4.2	Marchés d'exportation.....	87
5.5	Perspectives de développement.....	90
5.5.1	Granules de bois	90
5.5.2	Bûches de bois densifié	92
5.6	Le marché des plaquettes	93
6	Pré faisabilité technique.....	94
6.1	Approvisionnement	94
6.2	Produits	95
6.3	Normes.....	97
6.3.1	Normes nord-américaines.....	97
6.3.2	Normes européennes.....	98
6.4	Capacité de production des usines	100
6.5	Procédé de transformation.....	103
6.6	Équipements requis	110
6.7	Main-d'œuvre requise	111
6.8	Aménagement de l'usine.....	112
7	Produits hybrides et innovateurs	114
7.1	Compétition pour l'approvisionnement.....	114
7.1.1	Éthanol	114
7.2	Compétition pour le marché	116
7.2.1	Biodiésel.....	117
8	Pré faisabilité financière.....	119

8.1	Coût budgétaire d'investissement des projets	119
8.2	Coût des équipements de production	121
8.3	Coût de la matière première.....	122
8.4	Coût de la main-d'œuvre.....	122
8.5	Rentabilité des projets.....	125
8.5.1	Hypothèses financières.....	125
8.6	Coûts de production	128
8.7	Résultats prévisionnels	130
8.8	Analyse de sensibilité.....	134
8.9	Approvisionnement exclusivement en broyures des bords de chemin.....	136
9	Conclusion et recommandations	137

Liste des tableaux

Tableau 3.1 – Regroupements utilisés pour la présentation des résultats	7
Tableau 3.2 – Paramètres pour l'établissement des formules de biomasse de l'épinette noire.....	9
Tableau 3.3 – Hypothèses de localisation des résidus selon les modes d'exploitation	10
Tableau 3.4 – Biomasse mesurée dans les principaux peuplements et traitements sylvicoles	11
Tableau 3.5 – Quantité de biomasse retenue pour fin d'estimation	11
Tableau 3.6 – Répartition des types de traitements sylvicoles selon les régions.....	12
Tableau 3.7 – Contenu de cendre par composante de biomasse	13
Tableau 3.8 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des parterres de coupe.....	13
Tableau 3.9 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des bordures de chemins	14
Tableau 3.10 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des volumes de bois non attribués	15
Tableau 3.11 – Évaluation du pourcentage de cendre dans l'option B des volumes de bois non attribués.....	15
Tableau 3.12 – Évaluation du pourcentage de cendre dans l'option C des volumes de bois non attribués.....	16
Tableau 3.13 – Contenu en cendre selon la source de biomasse.....	16
Tableau 3.14 – Hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts d'exploitation de la biomasse.....	20
Tableau 3.15 – Éléments de coût (\$/heure).....	21
Tableau 3.16 – Résultats provinciaux de l'estimation des volumes de biomasse.....	22
Tableau 3.17 – Distribution des régions selon leur niveau d'accessibilité (en % de la superficie).....	25
Tableau 3.18 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Bas Saint-Laurent.....	26
Tableau 3.19 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Saguenay-Lac Saint-Jean	27
Tableau 3.20 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Capitale-Nationale, Chaudière-Appalaches et l'Estrie.....	28
Tableau 3.21 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Mauricie	29
Tableau 3.22 – Bilan du volume de biomasse disponible pour Laval-Lanaudière-Laurentides	30

Tableau 3.23 – Bilan du volume de biomasse disponible pour l’Outaouais	31
Tableau 3.24 – Bilan du volume de biomasse disponible pour l’Abitibi-Témiscaminque	32
Tableau 3.25 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Côte-Nord	33
Tableau 3.26 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Nord-du-Québec.....	34
Tableau 3.27 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Gaspésie et les Iles-de-la-Madeleine	35
Tableau 3.28 – Volumes de biomasse par région du Québec sur la base des inventaires de biomasse	36
Tableau 3.29 – Évaluation de la disponibilité de copeaux au Québec (2000-2002) (‘000 tma)	37
Tableau 3.30 – Évaluation de la disponibilité de sciures et de planures au Québec (2000-2002) (‘000 tma)	38
Tableau 3.31 – Synthèse de l’analyse des systèmes d’approvisionnement de base et de leurs coûts	42
Tableau 3.32 – Synthèse de l’analyse des systèmes d’approvisionnement pour une production de 100 000 tma/année et de leurs coûts.....	43
Tableau 3.33 – Comparaison préliminaire du coût de la biomasse forestière et des sous- <i>produits livrés secs</i> (\$/tma)	45
Tableau 4.1 – Production issue de la biomasse forestière au Québec	50
Tableau 4.2 – Classification des politiques énergétiques européennes en faveur des SER	56
Tableau 4.3 – Prix moyen de l’électricité, secteur résidentiel, aux États-Unis (Cents US / kWh)	61
Tableau 4.4 – Politiques de l’Europe des 15 en faveur du développement des SER	62
Tableau 5.1 – Capacité de production des fabricants québécois de granules	75
Tableau 5.2 – Prix minimum et maximum observés pour les granules sur les différents marchés....	81
Tableau 5.3 – Profil des principaux producteurs québécoise de bûches	85
Tableau 5.4 – Forces et faiblesses, opportunités et menaces de l’industrie québécoise des granules de bois densifié	92
Tableau 5.5 – Forces et faiblesses, opportunités et menaces de l’industrie québécoise des bûches de bois densifié	93
Tableau 6.1 – Classification des granules destinées au marché nord-américain.....	98
Tableau 6.2 – Spécifications des granules destinées au marché européen	99

Tableau 6.3 – Spécifications des bûches destinées au marché européen.....	99
Tableau 6.4 – Spécifications recommandées pour les granules destinées au marché résidentiel européen	100
Tableau 6.5 – Spécifications recommandées pour les bûches destinées au marché résidentiel européen	100
Tableau 6.6 – Main-d'œuvre requise pour l'opération de l'usine de granules	111
Tableau 6.7 – Main-d'œuvre requise pour l'opération de l'usine de bûches écologiques.....	112
Tableau 8.1 – Coût budgétaire du projet d'usine de fabrication des granules.....	119
Tableau 8.2 – Coût budgétaire du projet d'usine de fabrication des bûches écologiques	120
Tableau 8.3 – Investissement requis pour les équipements de production de l'usine de granules..	121
Tableau 8.4 – Investissement requis pour les équipements de production de l'usine de bûches écologiques	122
Tableau 8.5 – Salaires du personnel d'opération et administratif pour l'usine de granules	124
Tableau 8.6 – Salaires du personnel d'opération et administratif pour l'usine de bûches écologiques	125
Tableau 8.7 – Prix de revient à pleine capacité pour l'usine de granules.....	129
Tableau 8.8 – Prix de revient à pleine capacité pour l'usine de bûches écologiques	130
Tableau 8.9 – États financiers prévisionnels à la troisième année d'opération pour l'usine de granules.....	131
Tableau 8.10 – États financiers prévisionnels à la troisième année d'opération pour l'usine de bûches écologiques.....	132
Tableau 8.11 – Retour sur l'investissement pour l'usine de granules	133
Tableau 8.12 – Retour sur l'investissement pour l'usine de bûches écologiques	134
Tableau 8.13 – Sensibilité des résultats financiers pour l'usine de granules	135
Tableau 8.14 – Sensibilité des résultats financiers pour l'usine de bûches écologiques	135

Liste des figures

Figure 3.1 – Carte des aires communes et des régions forestières du Québec.....	7
Figure 3.2 – Échantillon recueilli par la moissonneuse Recufor	14
Figure 3.3 – Regroupements régionaux pour l'estimation de la biomasse disponible par région	25
Figure 3.4 – Évolution de la disponibilité de sciures et de planures	38
Figure 4.1 - La bioénergie dans le monde : Consommation de biomasse solide de certains pays ...	47
Figure 4.2 – Consommation d'énergie au Québec (2003) – Bilan énergétique.....	48
Figure 4.3 – Consommation d'énergie par secteur et selon la source	49
Figure 4.4 – Consommation comparative de granules pour des fins de production de chaleur et d'électricité dans quelques pays européens	54
Figure 4.5 – Prix du mazout léger dans le monde (Québec et certains pays industrialisés), 2002....	57
Figure 4.6 – Prix du gaz naturel dans le monde (Québec et certains pays industrialisés), Secteur industriel, 2002	58
Figure 4.7 – Prix de l'électricité dans le monde * (Québec et certains pays industrialisés), Secteur résidentiel, 2002	59
Figure 4.8 – Prix de l'électricité dans le monde * (Québec et certains pays industrialisés), Secteur industriel, 2002	60
Figure 5.1 – Production mondiale de granules de bois, 2006 (tm)	65
Figure 5.2 – Production et consommation mondiale anticipée de granules de bois en 2010 ('000 tm)	66
Figure 5.3 – Production mondiale anticipée de granules de bois en 2010 (tm).....	67
Figure 5.4 – Production et consommation de granules de bois en Amérique du Nord (Extrapolation du scénario actuel) ('000 tm).....	68
Figure 5.5 – Production et consommation de granules de bois en Europe (Extrapolation du scénario actuel) ('000 tm)	68
Figure 5.6 – Évolution de la consommation nord-américaine de granules de bois 2000-2010 ('000 tm)	70
Figure 5.7 – Évolution des ventes annuelles de poêles à granules et du parc de poêles à granules aux États-Unis	71
Figure 5.8 – Consommation de granules de bois aux États-Unis en 2005, par région (tonnes).....	72

Figure 5.9 – Ventes canadiennes de granules de bois en 2006 (Total 1,2 million de tonnes)	73
Figure 5.10 – Exportations canadiennes de granules outre-mer.....	74
Figure 5.11 – Production et consommation européenne de granules par pays ('000 tm).....	76
Figure 5.12 – Consommation européenne de granules 2000-2010 ('000 tm)	77
Figure 6.1 – Exemple de granules	96
Figure 6.2 – Exemples de bûches écologiques	96
Figure 6.3 – Procédé de fabrication des granules	105
Figure 6.4 – Procédé de fabrication des bûches écologiques	106

Liste des annexes

Annexe 1 :	Liste de quelques importants importateurs européens de granules
Annexe 2 :	Bilans de masse
Annexe 3 :	Exemples d'équipements de production
Annexe 4 :	Pro forma financiers détaillés
Annexe 5 :	Soumissions d'équipements
Annexe 6 :	Plans d'aménagement typiques des usines

1 Introduction

La filière bioénergie est une avenue que le QWEB envisage comme solution partielle pour le développement de l'industrie forestière du Québec et pour compenser la baisse des activités du secteur, particulièrement dans les régions rurales. Cette baisse résulte de plusieurs facteurs, notamment de la diminution du volume et de la qualité des bois disponibles pour la fabrication des produits traditionnels, de la faiblesse du marché nord-américain et de la compétition principalement asiatique.

Dans le cadre du présent mandat qui consiste à vérifier le potentiel de la filière bioénergétique pour les industriels actuels ou potentiels du Québec, la première étape a consisté à faire la revue de littérature la plus exhaustive possible sur tous les volets de cette filière, mais particulièrement sur l'approvisionnement en matière première ligneuse, le procédé de fabrication et la mise en marché. Elle a consisté également à définir ce qui était disponible comme information sur l'un ou l'autre de ces volets et à identifier et définir les éléments soit manquants, soit avec un niveau de précision insuffisant pour réaliser des études de pré faisabilité technique et financière pour des projets type dans ce domaine industriel, ainsi que pour satisfaire les besoins de tout promoteur intéressé d'investir dans cette filière tout en minimisant son risque. Ces projets viseraient rappelons-le la fabrication de granules et de bûches de bois densifié.

Les chapitres suivants présentent successivement le résumé de la recherche bibliographique qui a fait l'objet d'un rapport d'étape, l'analyse des politiques énergétiques québécoise et canadienne en regard de la bioénergie, leur comparaison avec celles des pays où la bioénergie est bien implantée et l'applicabilité de ces dernières au Québec, les résultats de l'analyse détaillée des sources, types, volumes, caractéristiques et coûts de la matière première disponible, les résultats de l'étude de marché, incluant l'évolution de l'offre et de la demande pour chacun des deux produits considérés sur les différents marchés potentiels, les perspectives de développement par produit et par marché et les contraintes qui s'y rattachent, de même que l'évolution des prix et de leur tendance et les réseaux de distribution.

On retrouve également les résultats des études de pré faisabilité technique et financière pour la fabrication de granules et de bûches de bois densifié y incluant les plans d'aménagement d'usine.

Par la suite, un chapitre présente sommairement les perspectives d'avenir des produits hybrides et innovateurs reliés à la fabrication d'énergie à partir de la matière forestière ou agricole et la comparaison avec celles des produits analysés dans le présent mandat.

Enfin, les conclusions et recommandations de même que les forces et faiblesses, menaces et opportunités reliées au développement de la filière bioénergie sont présentées.

2 Résumé de la recherche bibliographique

Les résultats de la revue de littérature ont fait l'objet d'un rapport d'étape. Le lecteur pourra s'y référer pour obtenir plus de détails sur l'un ou l'autre des éléments qui peuvent l'intéresser afin de mieux comprendre les conclusions qui en ont été tirées et pour établir les liens qui peuvent être faits avec un projet spécifique qu'il veut développer. Les conclusions de cette recherche bibliographique nous indiquent que plusieurs éléments sont parfaitement connus, alors que certains sont connus mais avec un niveau de précision insuffisant.

Parmi les éléments moins bien cernés, on peut mentionner :

- Les coûts de récolte des résidus de coupe répartis sur les parterres de coupe compte tenu des conditions variées spécifiques au Québec;
- Les modes et les coûts de récolte, dont ceux reliés au traitement et au transport des résidus en général mais plus spécifiquement des bois feuillus, et ceux reliés à la récolte de la biomasse totale des volumes non attribués, toujours selon les conditions spécifiques au Québec;
- Les données reliées aux autres sources de matière première (par exemple, centres de tri près des grands centres urbains);
- Le plan d'aménagement, le coût d'investissement et les coûts d'opération d'une usine typique, efficace et potentiellement rentable pour la fabrication de granules ou pour celle de bûches de bois densifié;
- L'impact qu'aurait un approvisionnement en résidus de parterre de coupe sur le procédé de fabrication (nettoyage, écorçage, broyage primaire, séchage, etc.), sur les coûts d'entretien et sur les inventaires de matière première;
- La détermination éventuelle des procédures de certification des produits destinés aux marchés outre-mer, ainsi que des normes applicables pour les marchés en émergence;
- L'identification des secrets d'initiés (expertise pratique) reliés aux recettes de production et aux paramètres d'opération en fonction des essences, des caractéristiques de la matière première et des exigences des marchés (l'injection de vapeur, l'ajout d'additifs, l'humidité, la granulométrie, la température, la pression et les essences souhaitables (plus faciles à traiter).
- La mise à jour de certaines des statistiques obtenues;
- L'obtention de données plus précises sur les bûches de bois densifié;
- La détermination auprès des experts sectoriels, des producteurs et des distributeurs nord-américains et européens des volumes commercialisés (historiques, projections), des prix, des marchés à cibler, des réseaux de distribution et des tendances lourdes des marchés.

C'est par conséquent sur ces éléments que l'accent a été mis lors de la réalisation de la deuxième phase du présent mandat, de façon à obtenir les données les plus précises possibles, dans le cadre

de l'envergure dudit mandat, et de pouvoir fournir le rapport le plus complet et le plus utile possible pour ses lecteurs.

3 Approvisionnement en biomasse

3.1 Introduction

L'examen des disponibilités en termes de biomasse pour la production d'énergie a été faite en gardant à l'esprit l'objectif principal de cette investigation qui est de vérifier sa disponibilité et ses qualifications comme matière première pour la production d'énergie, sous forme de chaleur et/ou d'électricité. L'utilisation ciblée de façon prioritaire par le client est la fabrication de granules et de bûches de bois densifié. Ces produits apparaissent en effet à l'heure actuelle comme des débouchés dont la valeur ajoutée pourrait permettre éventuellement de justifier les coûts relativement élevés de récupération de la biomasse forestière.

Ces granules et ces bûches doivent cependant respecter les critères de qualité répondant aux différents marchés, que sont en Amérique du Nord la catégorie *Premium*, constituée presque exclusivement de fibre ligneuse, et la catégorie *Standard*, permettant une petite proportion de composantes de biomasse autre que la matière ligneuse.

Enfin, la question du coût de récupération constitue également une préoccupation de première importance, puisque c'est la non-compétitivité de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques face aux produits pétroliers qui a provoqué sa mise de côté comme alternative énergétique au début de la décennie 1980 et qui a provoqué la fin du programme de développement ENFOR.

En conséquence, notre analyse s'est non seulement concentrée à clarifier la disponibilité régionale en biomasse, mais aussi à spécifier les proportions de ses composantes, à identifier des systèmes de récolte permettant de contrôler ces proportions, et enfin à établir les coûts de récupération de la biomasse selon les systèmes identifiés.

Il est à noter que nous n'avons pas identifié de recherches antérieures s'étant appliquées à aller aussi loin dans le contrôle de la qualité de la biomasse à récolter et que ce fait donne à nos résultats un certain caractère exploratoire, dont certains éléments font d'ailleurs l'objet de recherches plus détaillées du centre de recherche spécialisé en la matière, à savoir FERIC. Il est à noter toutefois que l'ensemble des équipements considérés pour la récupération de la biomasse existent de longue date et sont bien connus des opérateurs forestiers québécois, à l'exception peut-être de l'appareil à assembler les fagots de biomasse que nous appellerons dans le présent rapport « la fagoteuse » et du débardeur à pinces « comprimantes » utilisés surtout en Europe.

3.2 Méthodologie

3.2.1 Sources d'information

La grande majorité des informations utilisées proviennent du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). À cet égard, une remarque préalable fondamentale à considérer est que l'essentiel des informations administrées par le MRNF sur la ressource forestière concerne les volumes utiles pour l'industrie de la transformation du bois et l'industrie des pâtes et papiers. Les données dont nous disposons se limitent en conséquence à celles reliées à la gestion des activités

de récolte des portions marchandes des arbres, desquelles nous extrapolons les volumes de biomasse excédentaire. Il est donc important de se rappeler qu'il y a des volumes de biomasse importants sur les parterres de coupe en sus des volumes reliés aux tiges récoltées. Pour tenir compte de cette réalité et donner un portrait crédible du potentiel de la biomasse, nous avons en conséquence procédé selon deux approches :

- Une première estimation de détail découlant directement des bases de données du MRNF, dont la possibilité forestière et le taux de non utilisation de celle-ci¹;
- Une seconde estimation plus sommaire basée sur quelques échantillons de mesures de biomasse par unité de surface et par type de traitement.

Cette seconde approche s'avère importante étant donné l'ampleur de la disponibilité additionnelle potentielle et de la faible quantité actuelle d'alternatives pour son utilisation industrielle.

3.2.2 Définitions

Résidus d'exploitation

Les résidus d'exploitation laissés sur les parterres de coupe ou en bordure des chemins sont constitués de houppiers, de tronçons rejetés et de branches. Selon les pratiques en cours au Québec, on observe que globalement, près de 60% de cette biomasse se trouve sur les parterres de coupe, alors que 40% est localisée sur des sites d'ébranchage au bord des chemins forestiers. On retrouve également sur les parterres de coupe des arbres rémanents, soit des essences non marchandes (à tout le moins localement) ou des individus supprimés non marchands.

Volumes non alloués

Au Québec, les volumes non alloués sont en grande majorité constitués d'essences feuillues. On en retrouve des volumes substantiels dans les régions de feuillus nordiques à forte proportion de qualité pâte, comme par exemple dans les régions de la Gaspésie (11), Nord-du-Québec (10), Côte-Nord (09) et Abitibi-Témiscamisque (08). Dans des régions spécifiques comme le Lac-Saint-Jean, des volumes substantiels de qualité pâte-sciage ont été récemment mis en disponibilité à l'occasion de la fermeture d'une usine. Dans les régions du sud-ouest (06-07), les strates feuillues manquent de preneurs pour la portion des feuillus nobles de qualité pâte. Ces volumes non alloués seront donc répartis entre des volumes marchands encore debout et des volumes marchands couchés sur les

¹ Une étude du MRNF a établi les volumes de biomasse disponible en termes de rejets d'exploitation et de volumes non alloués. Cependant, cette étude n'a pas encore été actualisée pour tenir compte des réductions indiquées par le Forestier en chef. Pour tenir compte de ce fait, pour ajuster l'évaluation à l'utilisation réelle par l'industrie en volumes ligneux, pour distribuer les volumes par distance et pour pouvoir distinguer les différentes composantes de biomasse (bois, écorce et feuilles). Nous avons donc dû aller bien au-delà des travaux du MRNF, tout en partant des mêmes formules de régression.

parterres, auxquels manque le tronc de qualité sciage et/ou déroulage (20 cm et plus au fin bout). Il est à noter que nous n'avons pas fait d'estimation des volumes non alloués pour les forêts privées, considérant que l'essentiel de ces volumes serait déjà mis en marché, que ce soit pour la pâte ou pour le bois de chauffage.

3.2.3 Méthodologie d'évaluation des résidus d'exploitation et des volumes non alloués

• Sources d'information

Les sources d'information principales ayant servi à l'établissement du portrait des résidus d'exploitation forestière sont les suivantes :

- Le « Portrait forestier du Québec », publié par le MRNF, lequel inclut les données à jour jusqu'en 2005 qui concernent les volumes marchands des forêts publiques et privées québécoises et leur utilisation, et dont les résultats sont subdivisés en fonction des 17 régions administratives du Québec;
- Les résultats récents des calculs du Forestier en chef donnant la nouvelle possibilité forestière par essence et par unité d'aménagement forestier (UAF) pour les terres du domaine public et dont les résultats peuvent être compilés selon 10 régions forestières;
- L'évaluation du MRNF concernant les volumes de branches et de houppiers ainsi que les volumes non alloués pour les terres du domaine public;
- L'évaluation du MRNF concernant les perspectives de disponibilité pour les copeaux, les sciures, les planures et les écorces.

• Problématique générale

Ne disposant pas de mesure directe de la biomasse, nous avons procédé en évaluant en premier lieu les volumes marchands qui seront exploités suite au nouveau calcul de la possibilité forestière et aux nouvelles attributions (CAAF, CtAF, CvAF)¹ ainsi que les volumes marchands non alloués jugés significatifs, puis nous avons calculé les volumes de biomasse disponible qui en découlent.

CAAF : Contrat d'aménagement et d'approvisionnement forestier; CtAF : Contrat d'aménagement forestier; CvAF : Convention d'aménagement forestier.

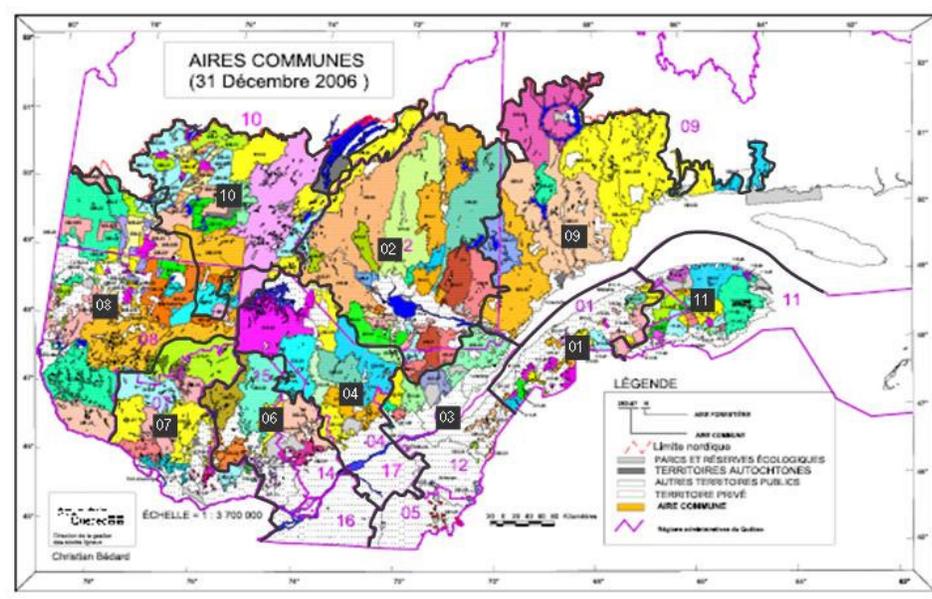
• Regroupements

La première difficulté rencontrée dans le traitement des informations fut que celles provenant du Portrait forestier et celles du Forestier en chef n'étaient pas regroupées régionalement de la même façon. Nous avons opté pour le regroupement régional retenu par le Forestier en chef et avons fusionné les informations sur les forêts privées et l'utilisation de la ressource des 17 régions administratives de la façon suivante :

Tableau 3.1 – Regroupements utilisés pour la présentation des résultats

Régions forestières	Régions administratives
01 : Bas-Saint-Laurent	01 : Bas-Saint-Laurent
02 : Saguenay-Lac-Saint-Jean	02 : Saguenay-Lac-Saint-Jean
03 : Capitale-Nationale-Chaudière-Appalaches-Estrie	03 : Capitale Nationale
	05 : Estrie
	12 : Chaudière Appalaches
04 : Mauricie-Centre du Québec	04 : Mauricie
	17 : Centre du Québec
	06 : Montréal
06 : Laval-Lanaudière-Laurentides	13 : Laval
	14 : Lanaudière
	15 : Laurentides
	16 : Montérégie
07 : Outaouais	07 : Outaouais
08 : Abitibi-Témiscaminque	08 : Abitibi Témiscaminque
09 : Côte-Nord	09 : Côte-Nord
10 : Nord-du-Québec	10 : Nord-du-Québec
11 : Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	11 : Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Figure 3.1 – Carte des aires communes et des régions forestières du Québec



Il est à noter que ces regroupements sont imparfaits car les limites des régions administratives diffèrent par endroit de celles des régions forestières. Cependant, comme il s’agit surtout de greffer les informations concernant l’utilisation de la ressource sur les forêts publiques et les forêts privées, le portrait regroupé devrait être relativement fidèle et fiable, principalement en raison du fait que les différences de limites se situent dans les portions éloignées des régions alors que les informations greffées concernent principalement les portions rapprochées.

- **Actualisation des résultats**

La seconde difficulté était de projeter le niveau d'utilisation industrielle de la ressource marchande, bien défini dans le Portrait forestier jusqu'en 2004, à la situation prévisible découlant des calculs du Forestier en chef.

Pour ce faire, nous avons d'abord calculé le pourcentage du niveau moyen d'utilisation de la ressource de 2002 à 2005 dans les régions administratives par rapport à la possibilité forestière de ces régions. Quant aux forêts privées, nous avons utilisé les pourcentages obtenus en divisant les volumes récoltés par les possibilités établies dans les PPMV, tout en établissant l'hypothèse d'une augmentation de 10% du pourcentage d'utilisation de la possibilité sur les forêts privées étant donné que la demande y sera plus forte pour compenser la baisse de possibilité et, par conséquent, la baisse d'attribution sur les forêts publiques.

Nous avons ensuite appliqué ces pourcentages aux volumes de possibilité actualisés (publics et privés) des régions forestières, en utilisant les regroupements indiqués au tableau ci-haut. Selon notre opinion, ce calcul est réaliste.

Le travail effectué nous donne le portrait actualisé des volumes marchands exploités par région forestière.

- **Transposition des volumes marchands en masse anhydre**

Chacune des essences composant les volumes marchands ayant une densité anhydre typique, nous avons calculé la densité moyenne typique pour chaque région et pour chaque groupe d'essences, en prenant en considération leur importance respective dans chaque région administrative, ce qui a donné un coefficient de masse spécifique à chaque groupe d'essences et à chaque région. Nous sommes conscients que les essences présentent une variation significative de densité entre les régions nord et les régions du sud. Cependant, nous ne disposons pas de suffisamment d'informations et de temps pour appliquer une telle variation à toutes les essences.

- **Transposition aux volumes de biomasse forestière disponible**

Cette transposition de la biomasse marchande à la biomasse disponible a été effectuée en utilisant les formules de régression établies par un groupe de chercheurs du Centre de Foresterie des Laurentides en 2005², lesquelles sont basées sur un vaste échantillonnage réalisé dans le cadre du programme ENFOR au début des années 80. Ces formules ont été établies spécifiquement pour les différentes essences commerciales du Canada et visaient spécifiquement à permettre d'estimer les composantes de biomasse (feuilles, branches, bois et écorce) à partir de la mesure du diamètre de chaque tige.

La formule est comme suit :

² M.C. Lambert, C-H. Ung, and F. Raulier, 2005, "Canadian national tree aboveground biomass equations" Laurentian Forestry Centre, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service.

$$\text{Masse de branches (incluant l'écorce des branches) en kg} = b_{\text{branches1}} \times \text{DHP} + b_{\text{branches2}}$$

L'application des différents coefficients de régression propres à une essence spécifique nous permet ainsi d'obtenir directement la masse des différentes composantes d'une tige donnée, d'un diamètre donné. En appliquant la formule au diamètre moyen de chaque essence rencontrée dans les régions forestières spécifique, nous obtenons la masse type des différentes composantes de ces essences, exprimés en kilogrammes. Nous présentons ci-après un exemple de calcul appliqué à l'épinette noire, pour un diamètre moyen représentatif de 14 cm sur écorce au DHP.

Tableau 3.2 – Paramètres pour l'établissement des formules de biomasse de l'épinette noire

Diamètre (cm DHP)	14		Composantes	Masse (kg)	Proportion (%)
Coefficients de régression					
b_bois1	0,0477		Bois	36,37	65%
b_bois2	2,5147				
b_écorce1	0,0153		Ecorce	5,693	10%
b_écorce2	2,2429				
b_branches1	0,0278		Branches	6,799	12%
b_branches2	2,0839				
b_feuilles1	0,1648		Feuilles	6,885	12%
b_feuilles2	1,4143				
			Total	55,74	100%

Connaissant les volumes commerciaux récoltés par essence dans chaque région, nous avons appliqué à ces volumes les proportions propres à chaque composante, ce qui nous a permis d'évaluer les volumes de biomasse correspondants.

Pour les volumes non alloués, comme il s'agissait de volumes commerciaux, nous avons projeté de la même façon les volumes additionnels en branches et en feuilles découlant de leur récolte.

- **Ventilation des résultats**

Compte tenu des exigences particulières liées à la production de granules, dont celle reliée au taux de cendre, nous avons dû séparer le contenu d'écorce inclus dans les volumes estimés, particulièrement pour les branches, de façon à estimer le pourcentage de cendre en découlant. Les formules de régression n'établissant pas de différence notable entre les diamètres quant au pourcentage d'écorce, nous avons posé l'hypothèse que l'écorce y représentait une proportion 20% plus élevée que dans le reste de la tige. Compte tenu que le diamètre des branches et houppiers est réparti entre 0 et 9 cm, la majorité du volume se distingue peu du reste de la tige en termes de proportion d'écorce. Par conséquent, nous considérons que notre hypothèse est conservatrice.

C'est ainsi que les volumes de biomasse ont été répartis comme suit :

- la fibre ligneuse propre;
- l'écorce;

➤ les feuilles.

- **Localisation de la biomasse**

Le portrait statistique édition 2005-2006 indique la répartition régionale des modes de récolte pratiquée dans les forêts publiques. À partir de ces informations, nous avons estimé la répartition des résidus de coupe produits dans les forêts publiques. Le tableau suivant présente les hypothèses utilisées.

Tableau 3.3 – Hypothèses de localisation des résidus selon les modes d'exploitation

Mode d'exploitation	Localisation des résidus
- Arbre entier mécanique	Chemin
- Arbre entier manuel	Parterre de coupe
- Tronc entier mécanique	Chemin
- Tronc entier manuel	Parterre de coupe
- Bois tronçonnés mécanique	Parterre de coupe
- Bois tronçonnés manuel	Parterre de coupe

Nous considérons pour les fins de la présente analyse que les résidus des forêts privées sont entièrement répartis sur le parterre de coupe étant donné que les opérations y sont plus manuelles et plus souvent qu'autrement en bois tronçonnés.

3.2.4 Méthodologie d'évaluation par unité de surface et par type de traitement

Cette évaluation de comparaison a été sommaire étant donné la faible quantité relative de mesures. Les quelques échantillons recueillis par le Fonds de recherche de l'Université Laval ont donné les résultats suivants :

Tableau 3.4 – Biomasse mesurée dans les principaux peuplements et traitements sylvicoles

Type de traitement sylvicole	Résultats exprimés en tonnes métriques anhydres/hectare
- Arbres entiers	
Pessière noire	25,8
Pinède à pin gris	32,9
Sapinière baumièrè	72,4
- Bois en longueur	
Pessière noire	56,4
Pinèdes à pin gris	50,7
Sapinière baumièrè	81,2
Érablière à sucre	77,2
- Bois tronçonnés	
Pessière noire	75,3

Cette biomasse incluait les cimes, les branches, les troncs de bois vert, les troncs de bois mort, les souches (partie aérienne) et les arbres rémanents. Nous posons l'hypothèse prudente que la récupération de la biomasse ferait partie d'un traitement sylvicole (récolte ou autres), et que 40-45% (42%) seulement de la biomasse inventoriée serait facilement récupérable sur le parterre, incluant à la fois la récolte des résidus de coupe, des troncs morts récupérables et des tiges rémanentes considérées non utiles aux fins du traitement sylvicole. Nous obtenons ainsi les résultats regroupés suivants :

Tableau 3.5 – Quantité de biomasse retenue pour fin d'estimation

Type de traitement sylvicole	Résultats exprimés en tonnes métriques anhydres/hectare
- Arbres entiers	20
- Bois en longueur	29
- Bois tronçonnés	33

Les statistiques du Portrait forestier publié par le MRNF indiquent pour chaque région la proportion de chaque traitement sylvicole par rapport à la superficie exploitée. En regroupant ces informations, nous obtenons la répartition régionale de la biomasse sur la base des inventaires de biomasse.

Tableau 3.6 – Répartition des types de traitements sylvicoles selon les régions

Régions forestières	Proportion des superficies selon les types de traitement		
	Arbres entiers	Troncs entiers	B. tronçonnés
01 : Bas-Saint-Laurent	8%	7%	85%
02 : Saguenay-Lac-Saint-Jean	57%	0%	43%
03 : Capitale-Nationale-Chaudière-Appalaches-Estrie	27%	33%	40%
04 : Mauricie-Centre du Québec	54%	6%	40%
06 : Laval-Lanaudière-Laurentides	61%	32%	7%
07 : Outaouais	51%	39%	10%
08 : Abitibi-Témiscamisque	51%	5%	44%
09 : Côte-Nord	30%	0%	70%
10 : Nord-du-Québec	72%	11%	17%
11 : Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	44%	1%	55%

D'autre part, le Forestier en chef donne différentes hypothèses en termes de superficie par type de traitement sylvicole impliquant de la coupe, dont les coupes avec récolte et les traitements pré-commerciaux sans récolte. Selon ces hypothèses, la superficie totale des traitements sylvicoles représente 1,46% des superficies destinées à la production forestière, alors que les traitements avec récolte représentent 1,08% de cette superficie. Nous émettons donc comme hypothèse conservatrice que le potentiel annuel de récupération de biomasse dans la forêt publique est estimé sur la base de 1,08 % de la superficie destinée à la production forestière, soit 74% des aires traitées avec coupe de bois et que dans la forêt privée, il est estimé sur la base de 1,35% de la superficie destinée à la production forestière, soit 92% des aires traitées avec coupe de bois (92% entre autres en raison du fait que la récupération de biomasse pourrait y être plus intensive considérant les distances plus faibles de transport et l'intérêt des propriétaires d'optimiser les revenus de leurs propriétés).

En appliquant nos hypothèses sur la biomasse récupérable (ne retenant que 42% de la biomasse identifiée) à ces hypothèses concernant les superficies traitées (retenant 78% des superficies traitées avec coupe, combinaison pondérée du 74% et du 92%), nous obtenons une estimation du volume potentiel total de biomasse récupérable. Nous avons assumé que la réduction de 58% des volumes identifiés lors des inventaires de biomasse compense pour les diverses imprécisions liées à cette approche.

3.2.5 Calcul du pourcentage de cendre par type de biomasse

Disposant d'une distribution ventilée des composantes de biomasse, nous pouvons extrapoler la qualité de la matière première résiduelle selon sa provenance et prévoir d'avance les modes de récupération à privilégier. L'élément de base pour qualifier la qualité de la biomasse est la mesure de son contenu en cendres. L'hypothèse de départ, basée sur des tests faits par des organismes de recherche canadiens, est que la matière ligneuse propre donne un pourcentage de cendre de l'ordre

de 0,3%, et que l'écorce et les feuilles donnent un pourcentage de cendre de l'ordre de 5%. Un projet spécifique devra cependant être fait pour valider les pourcentages qu'on pourrait obtenir pour différentes recettes de granules.

Tableau 3.7 – Contenu de cendre par composante de biomasse

Composante	Pourcentage de cendre
- Matière ligneuse	0,3%
- Écorce	4,0% résineux, 5,0% feuillus
- Feuilles	5,0%
- Matière organique au sol	10,0%

Source : CEN/TS 14961 Solid Biofuels – Fuel specifications and classes

Les tableaux suivants donnent les résultats des calculs de pourcentage de cendre pour les principales catégories de biomasse récupérable. Nous prenons comme point de référence le pourcentage de cendre exigé pour les granules de qualité premium, soit moins de 1% (idéalement 0,7% sur le marché européen), et celui exigé pour les granules standard qui est de moins de 3%.

- **Biomasse provenant des parterres de coupe**

Cette biomasse est constituée de branches et houppiers à 95% et de bois rémanents à 5%.

Tableau 3.8 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des parterres de coupe

Matériaux constituants	Proportions	% de cendre de la composante
% de matière ligneuse	53%	0,2%
% d'écorce	7%	0,3%
% de feuilles	37%	1,8%
% de sol organique	2%	0,2%
Pourcentage combiné de cendres		2,5%

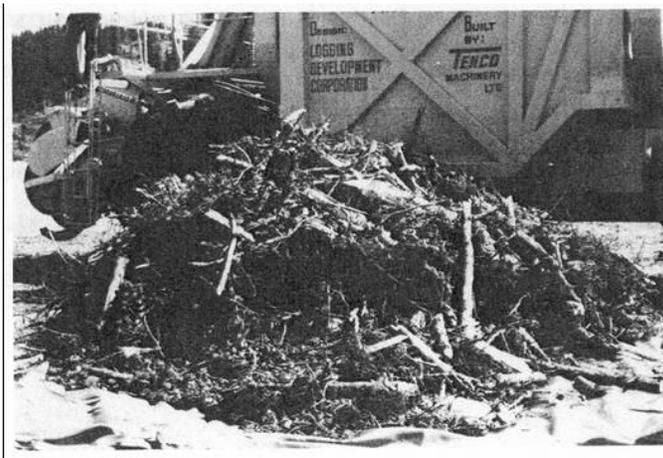
Observation : Lors des expérimentations sur la moissonneuse à biomasse Recufor³, le contenu de cendre a été mesuré en laboratoire sur des échantillons recueillis (voir photo ci-après), donnant un contenu de cendre de 2,93% par rapport à la masse anhydre. En conséquence, notre hypothèse repose sur une probabilité raisonnable d'améliorer ce résultat en appliquant les méthodes appropriées de récolte pour réduire le contenu en feuilles sur le terrain : temps de repos des résidus avant récolte, tri lors du broyage, etc. Un exploitant en particulier affirme éliminer la grande majorité des feuilles et impuretés en procédant par un broyage lent, suivi d'un tamisage.

Considérant un broyage et un tamisage en forêt, une exploitation lors ou après la chute des feuilles dans le cas des feuillus et le broyage et le tamisage des branchages, houppiers et résidus des bois

³ FERIC, 1985

résineux après une période minimale de quelques mois après la coupe, **nous considérons que la proportion de sol organique sera nulle (à tout le moins négligeable) donc aucune cendre reliée à cette variable, pour toutes les essences, et que le pourcentage de feuilles et aiguilles sera réduit de 75 à 100% , donc un pourcentage de cendre réduit à 0-0,665%, soit 0,355%.** Dans le cas des résineux, le tamisage fera la majorité du travail. Par conséquent, **le pourcentage global de cendre sera de l'ordre de 1,10% (0,805-1,36%). Il faudrait donc utiliser une portion de bois rémanents pour atteindre la norme européenne de 0,7% de cendre pour le marché domestique**

Figure 3.2 – Échantillon recueilli par la moissonneuse Recufor



- **Biomasse provenant des bordures de chemins**

Cette biomasse est constituée de branches et de houppiers à 95% et de bois tronçonnés à 5%.

Tableau 3.9 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des bordures de chemins

Matériaux constituants	Proportions	% de cendres de la composante
% de matière ligneuse	55%	0,2%
% d'écorce	7%	0,3%
% de feuilles	38%	1,9%
% de matière étrangère	0%	0,0%
Pourcentage combiné de cendres		2,4%

On constate que cette matière première est déjà potentiellement plus propre. Selon un représentant de Cardinal, il serait possible, en privilégiant l'utilisation d'une déchiqueteuse au lieu d'un broyeur, de trier automatiquement et partiellement la matière première pour la délester quelque peu des feuilles, brindilles et écorces. Par contre, en utilisant le mode opérationnel décrit à l'item précédent, **le pourcentage de feuilles et aiguilles sera réduit de 75 à 100%, donc un pourcentage de cendre réduit à 0-0,665%, soit 0,355% pour cette variable.** Par conséquent, **le pourcentage global de**

cendre sera de l'ordre de 1,089% (0,79-1,351%). Une petite proportion de fibres de bois rond provenant de bois rémanents dans la recette permettra de rencontrer la norme européenne pour les granules domestiques.

- **Biomasse provenant des volumes non attribués**

Cette biomasse, dans l'option A, est constituée d'arbres entiers à 100%, arbres essentiellement feuillus.

Tableau 3.10 – Évaluation du pourcentage de cendre pour la biomasse provenant des volumes de bois non attribués

Matériaux constituants	Proportions	% de cendres de la composante
% de matière ligneuse	84%	0,3%
% d'écorce	11%	0,6%
% de feuilles	5%	0,3%
% de matière étrangère	0%	0,0%
Pourcentage combiné de cendres		1,1%

Toujours en utilisant le mode opérationnel décrit à l'item précédent, **le pourcentage de feuilles et aiguilles sera réduit de 75 à 100% , donc un pourcentage de cendre pour cette variable réduit à 0-0,065%, soit 0,033%. Si on écorce ces bois ronds, le pourcentage d'écorce sera pratiquement nul et le taux de cendre relié à cette variable aussi. Par conséquent, le pourcentage global de cendre avant écorçage sera de l'ordre de 0,85%. Le simple écorçage, même avec des opérations forestières sans contrainte saisonnière, permet de rencontrer toutes les normes.**

Dans l'option B, cette biomasse est constituée d'arbres entiers étêtés pour en éliminer le gros du feuillage. Les arbres sont essentiellement feuillus.

Tableau 3.11 – Évaluation du pourcentage de cendre dans l'option B des volumes de bois non attribués

Matériaux constituants	Proportions	% de cendres de la composante
% de matière ligneuse	88%	0,3%
% d'écorce	11%	0,6%
% de feuilles	1%	0,1%
% de matière étrangère	0%	0,0%
Pourcentage combiné de cendres		0,9%

Cette option pourrait permettre d'obtenir directement des granules de qualité *Premium*, même pour le marché européen, avec un simple écorçage, ou encore sans écorçage mais avec une faible proportion de sciures et planures. Elle peut être utilisée telle quelle pour le marché nord-américain.

Dans l'option C, cette biomasse est constituée de troncs ébranchés. Les arbres essentiellement feuillus à nouveau.

Tableau 3.12 – Évaluation du pourcentage de cendre dans l’option C des volumes de bois non attribués

Matériaux constituants	Proportions	% de cendres de la composante
% de matière ligneuse	89%	0,3%
% d'écorce	11%	0,6%
% de feuilles	0%	0,0%
% de matière étrangère	0%	0,0%
Pourcentage combiné de cendres		0,8%

Cette approche permet d’obtenir directement des granules *Premium* pour le marché nord-américain. L’écorçage ou l’ajout d’une petite proportion de sciures et planures permet de rencontrer les normes européennes pour le marché résidentiel.

Le tableau suivant fait la synthèse des résultats estimés.

Tableau 3.13 – Contenu en cendre selon la source de biomasse

Source de biomasse	% de matière ligneuse	% d'écorce	% de feuilles	% de matière étrangère	Contenu en cendres
- Biomasse provenant des parterres de coupe	88%	12%	0%	0%	1.10%(0.81-1.36%)
- Biomasse provenant des chemins	88%	12%	0%	0%	1.09%(0.79-1.35%)
- Arbres entiers triturés	84%	11%	5%	0%	0.85%(0.4%)
- Arbres entiers étêtés	88%	11%	1%	0%	0.9%(0.3%)
- Troncs ébranchés	89%	11,0%	0%	0%	0.8%(0.3%)

Nous concluons préliminairement qu’en utilisant les méthodes d’exploitation forestière appropriées, le broyage et le tamisage en forêt, de même que l’écorçage à l’usine, lorsque requis, nous pouvons produire des granules respectant les critères de qualité de tous les marchés en utilisant les trois dernières sources de matière première. Pour les deux premières sources, il faudrait utiliser une partie du volume provenant des trois dernières sources ou encore des sous-produits d’usine pour respecter les critères des granules de qualité premium et domestique; la proportion requise dépendra de l’efficacité du système de tamisage et de la période de broyage appliquée.

Il est bien entendu que la sélection finale des équipements les plus performants et les moins dispendieux devra être faite dans le cadre d’une étude de faisabilité avant de concrétiser tout projet. Certains équipements, particulièrement les broyeurs avec tamiseurs et les débardeurs avec pinces comprimantes ne sont pas courants dans les opérations québécoises, surtout ces derniers qui sont utilisés en Europe pour des opérations du même genre. De plus, dans ce même cadre, les méthodes d’opération utilisées devront tenir compte des types d’opération en place. Une certaine adaptation sera nécessairement requise et l’intégration des opérations pour en diminuer le coût

nécessitera des négociations. Dans ce contexte, les industriels en place désirant élargir la gamme de leurs produits et investir dans le domaine de la bioénergie seront avantagés.

Comme il apparaît que 90% du marché nord-américain actuel exige la qualité *Premium*, il y a un intérêt important à préparer adéquatement la matière première en forêt et à appliquer des modes opérationnels assurant d'atteindre les objectifs de qualité visés, ce qui permettrait également de diminuer les coûts de transport et les coûts de disposition du matériel indésirable livré à l'usine.

3.2.6 Évaluation des coûts d'approvisionnement

a) Localisation et nature de la biomasse

Les hypothèses relatives à la localisation de la biomasse pour l'évaluation du coût d'approvisionnement envisagent les situations suivantes :

Les sites d'ébranchages le long des chemins forestiers : ces sites sont générés par la méthode de coupe et de débardage en arbres entiers ; on y retrouve les branches, les houppiers et les tronçons rejetés ; il est à noter que pour les bois feuillus, la méthode de coupe et de débardage en tronc entier avec tronçonnage à la jetée génère également de la biomasse de qualité pâte.

Le parterre forestier : ces sites sont générés par les autres méthodes de coupe, soit troncs entiers et bois tronçonnés, autant mécaniquement que manuellement ; on y retrouve également les branches, les houppiers et les bois tronçonnés, mais aussi d'autres volumes potentiels de biomasse récupérable, comme une portion des troncs morts, les arbres non marchands rémanents et des essences non commerciales.

b) Systèmes de récolte

Autant pour les volumes non alloués que pour la biomasse résiduelle après coupe, il serait souhaitable que la matière première soit exploitée de façon intégrée, entre autres en séparant les tiges des branches et des cimes pour permettre une plus grande flexibilité dans la gestion de la fibre ligneuse et en faisant les opérations de façon simultanée (système). Comme alternative, la biomasse pourrait être entièrement broyée en forêt pour en faciliter le transport. Une autre option existe également au niveau de la biomasse résiduelle après coupe : elle consisterait à faire de la mise en fagots de cette biomasse, ce qui permettrait son chargement par les fardiers forestiers.

L'analyse des systèmes de récolte retenus consiste à combiner de la meilleure manière possible l'utilisation des différents équipements requis en respectant leur efficacité propre et à prévoir les coûts résultant de l'utilisation de ces équipements en tant que systèmes, ce qui implique des goulots d'étranglement et des pertes d'efficacité additionnelles dues à l'utilisation combinée des équipements. L'analyse des systèmes permet également de proposer des combinaisons optimisées pour les entrepreneurs. Le résultat de cette analyse est exprimé sous forme de coût unitaire de production, en mètre cube, en tonne verte ou en tonne anhydre. Des fiches ont été préparées pour chaque système et elles sont présentées en annexe.

Les méthodes de récolte retenues pour fin d'analyse sont les suivantes :

i) Récolte des sites d'ébranchage le long des chemins forestiers :

Deux méthodes ont retenu notre attention pour la récupération de la biomasse présente sur les sites d'ébranchage, elles consistent à :

- Déchiqueter ou broyer les résidus, les tamiser de façon préliminaire et les souffler ou convoyer directement dans les camions pour leur transport à l'usine. Cette méthode simple est applicable à tous les types de résidus. Elle présente cependant l'inconvénient, selon les opérateurs consultés, que la déchiqueteuse ou le broyeur présente généralement un pourcentage d'utilisation assez faible en raison de la coordination nécessaire avec les équipements d'abattage et de débardage et les camions de transport, surtout si on envisage l'utilisation d'un broyeur ou d'une déchiqueteuse de haute capacité.

Deux types d'équipement sont appropriés pour cette tâche, soit la déchiqueteuse à couteaux et le broyeur lent. Lorsque la matière risque d'être souillée par de la terre, on recommande d'utiliser le broyeur lent, alors que la déchiqueteuse à couteaux est plus appropriée sur la matière première propre. Selon un représentant d'équipementier, la déchiqueteuse à couteaux présenterait l'avantage de pouvoir éliminer une proportion des aiguilles, particules fines et même une partie de l'écorce lorsque nécessaire. Selon d'autres avis, ceci génère également une perte significative de fibre ligneuse. Nous avons mentionné précédemment la possibilité d'obtenir une matière première acceptable par broyage, tout en conservant l'écorce, ce qui nous amène à recommander le procédé de broyage. Il existe une grande variété de modèles et capacités de broyeurs forestiers, à partir d'environ 200 hp. Un inconvénient à signaler pour le chargement des copeaux de biomasse broyée est la faible compaction dans les camions par la méthode de convoyeurs; le soufflage semblerait plus approprié et plus flexible, lorsque applicable.

Les camions recommandés sont des bennes avec des boîtes de 8 pieds de hauteur auto-déchargeur, de façon à permettre le chargement d'environ 26 tonnes vertes (13 tonnes anhydres). Des camions avec planchers mobiles seraient également appropriés et ils pourraient transporter des charges plus importantes (15-18 tonnes anhydres). Par contre, leur maniabilité en forêt serait plus limitée et le coût plus élevé.

- Mise en fagots et empilage le long des chemins forestiers, puis chargement sur des fardiers à bois. Il semblerait cependant que cette méthode ait surtout été utilisée et serait plus efficace pour des résidus d'exploitation de bois résineux et nous ne disposons pas de référence concernant l'applicabilité de cette méthode aux résidus feuillus. Cette méthode pourrait sembler assez dispendieuse à première vue, mais elle permet cependant d'être flexible et de permettre d'optimiser l'utilisation des équipements parce qu'ils ne dépendent pas autant les uns des autres comme dans le cas de la méthode avec broyage ou déchiquetage.

Les fardiers forestiers utilisés pour le transport des fagots sont les mêmes que ceux utilisés pour le transport des billes.

ii) Récolte de la biomasse des parterres forestiers

Diverses méthodes sont en usage pour la récolte de la biomasse des parterres forestiers. Après examen de la littérature et des discussions avec des représentants de FERIC, du MRNF et des opérateurs, nous avons analysé plus particulièrement les deux méthodes suivantes :

- L'abattage des arbres rémanents, la cueillette et le débardage en vrac (débardeur avec pinces comprimantes) de tous les résidus et des arbres rémanents abattus, le broyage en vrac des résidus au chemin et le transport à l'usine par des camions à benne auto déchargeur de 13 tonnes métriques anhydres de capacité.

Cette méthode paraît appropriée pour la plupart des parterres de coupe. Cependant, selon la qualité de copeaux désirée, le choix des sites et la cueillette des résidus devront peut-être se faire de façon sélective pour diminuer la quantité de feuilles dans la biomasse broyée.

- L'abattage des arbres rémanents, le débardage en arbres entiers, l'ébranchage au chemin, le chargement et transport séparé des billes par camion forestier standard, le broyage et le pré tamisage des autres résidus et leur transport en camions à bennes auto déchargeur de 13 tonnes métriques anhydres. Cette méthode apparaît appropriée pour la récolte des volumes non alloués. Elle permet également un plus grand contrôle de la qualité de la fibre ligneuse à l'usine. En raison même de la nécessité d'une fibre de qualité, la cueillette de la biomasse sur les parterres devra probablement également être sélective et/ou saisonnière pour diminuer ou éliminer la quantité de feuilles.

Une alternative à cette méthode qui permettrait de diminuer la quantité de feuilles serait le débusquage des arbres entiers, avec toutefois comme inconvénient un plus grand impact sur la régénération préétablie et un coût additionnel probable de reboisement, qui devrait forcément être attribué à la récolte de biomasse puisqu'il s'agit d'un choix libre de méthode.

- La mise en fagots des résidus de parterre, leur débardage, leur chargement et leur transport sur camions fardiens.

Nous devons analyser cette méthode étant donné son usage courant en Europe. Cependant, elle présente des inconvénients puisqu'elle est surtout applicable aux résidus résineux selon les informations recueillies, alors que la biomasse identifiée inclut une forte proportion de feuillus. Par ailleurs, cette méthode obligerait d'augmenter la quantité d'équipements requis puisqu'il sera également nécessaire de récolter des tiges rémanentes. Enfin, cette méthode ne permet pas de contrôler la qualité de la matière première selon nous. Les avantages de la méthode semblent être celui du séchage à l'air rendu possible ainsi que la plus faible détérioration du matériel par rapport à l'entreposage en vrac humide.

c) Hypothèses utilisées

Les hypothèses retenues pour l'analyse s'appliquent autant aux éléments de coût qu'aux systèmes de production. Étant donné que les hypothèses retenues sont multiples et utilisées de façon répétitive dans les éléments et systèmes, nous les avons réunies sur une fiche de présentation.

Tableau 3.14 – Hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts d'exploitation de la biomasse

Considérations générales				
Achat d'équipements :	Un prix combiné usagé reconditionné/partie neuf a été considéré à chacune des pièces d'équipements, considérant la disponibilité actuelle sur le marché			
Durée d'utilisation considérée :	5 ans			
Valeur résiduelle :	30%			
Coût de capital :	Financement à 85% sur 5 ans à 11% d'intérêt			
Amortissement :	70% de dépréciation réparti sur 5 ans			
Facteur de base d'utilisation :	75%			
Saison d'exploitation :	34 semaines, à 43 heures par semaine par faction, plus deux semaines à d'autres affectations			
Assurances et enregistrements :	5% annuel du coût d'acquisition			
Entretien :	67% du coût d'acquisition réparti sur 5 ans			
Prix du carburant :	1,10\$ le litre			
Consommation et productivité horaire des équipements (en litres/heure)				
Élément	Diesel (litres/heure)	Productivité (TMA/heure)		
Abatteuse	14,0	10,7		
Porteur forestier	16,0	10,7		
Ébrancheuse	16,0	10,6		
Fagoteuse	14,0	3,7		
Broyeur forestier avec autochargeur	22,0	21,8		
Chargeur sur roues	15,0	35,8		
		50 km	100 km	150 km
Camion fardier forestier de type B-train	15,0	5	3	2
Camion à benne basculante	15,0	6	4	3

Le coût des huiles est estimé à 5% du coût de carburant. La productivité inclut une réduction pour taux d'utilisation.

d) Éléments de coûts

Les éléments de coût concernent les coûts de base liés à l'utilisation des différents équipements. On considère ici le coût d'acquisition des équipements spécifiques, leur financement, leur vie utile, la saison d'opération considérée, les coûts de maintenance et d'opération. Les différents coûts inhérents à ces équipements découlent directement des informations recueillies sur les pièces spécifiques, ou pour les équipements moins connus (fagoteuses), sur l'utilisation des pièces

comparables (porteurs forestiers). Le résultat est exprimé sous forme de coût horaire d'utilisation. Pour simplifier l'analyse, nous avons attribué les coûts administratifs directement aux taux horaires d'utilisation. Les fiches relatives aux éléments de coûts sont présentées en annexe et un tableau récapitulatif présenté ci-après le taux horaire d'utilisation pour chaque pièce d'équipement considérée.

Tableau 3.15 – Éléments de coût (\$/heure)

Élément	Scénario de base	Scénario optimisé
Abatteuse	100,12 \$	100,12 \$
Porteur forestier	95,69 \$	95,69 \$
Ébrancheuse	98,44 \$	98,44 \$
Fagoteuse	100,12 \$	100,12 \$
Broyeur forestier	203,00 \$	139,93 \$
Chargeur sur roues	75,32 \$	55,41 \$
Camion fardier forestier	87,56 \$	62,42 \$

3.3 Volumes de biomasse forestière par source et par type

3.3.1 Résultats régionaux et provinciaux selon l'extrapolation des bases de données du MRNF

Les résultats globaux de notre estimation sont présentés à la page suivante.

Tableau 3.16 – Résultats provinciaux de l'estimation des volumes de biomasse

Total pour le Québec	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	19 832 717	363 291	1 926 934	1 674 552	1 227 649	25 025 144
M³ utilisé privé	4 163 720	626 597	2 002 513	687 481	2 797 539	10 277 850
Total	23 996 437	989 888	3 929 447	2 362 032	4 025 189	35 302 994
Vol non alloué public (m³)						
	0	176 900	0	1 796 967	817 869	2 791 736
(TMA)	0	60 314	0	909 265	483 088	1 452 667
Vol non utilisés privé (m³)						
	937 366	492 947	671 382	281 694	645 589	3 392 350
(TMA)	348 873	167 715	251 097	142 537	381 328	1 291 550
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	1 430 621	40 633	109 246	461 540	368 301	2 410 341
TMA privé	361 641	83 512	151 595	128 852	619 945	1 345 545
Total	1 792 262	124 144	260 841	590 393	988 246	3 755 886
Portion bois des branches et cimes	1 540 002	108 737	213 303	502 155	866 647	3 230 843
Portion écorce des branches et cimes	252 260	15 407	47 538	88 238	121 599	525 042
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	60 314	0	909 265	483 088	1 452 667
TMA privé	348 873	167 715	251 097	142 537	381 328	1 291 550
Total non alloué non util (bois)	348 873	228 029	251 097	1 051 802	864 416	2 744 218
Écorce des vol non alloué non utilisé	57 531	32 035	54 325	180 294	119 831	444 015
Total TMA sans écorce	1 888 875	336 766	464 400	1 553 957	1 731 063	5 975 061
Masse des écorces	309 791	47 442	101 863	268 532	241 430	969 058
Total TMA avec écorce	2 198 666	384 208	566 264	1 822 489	1 972 493	6 944 119
Masse des feuilles	1 780 195	96 950	61 739	177 143	135 108	2 251 136
TMA total	3 978 861	481 158	628 002	1 999 632	2 107 601	9 195 254
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
TMA sans écorce	972 118	166 760	251 953	778 067	849 813	3 018 712
TMA des écorces	160 584	23 492	55 264	134 454	118 523	492 317
TMA bois et écorce	1 132 702	190 253	307 217	912 521	968 336	3 511 029

Masse des feuilles	896 910	49 715	33 593	89 611	65 740	1 135 568
Total parterre	2 029 611	239 967	340 810	1 002 132	1 034 076	4 646 596
Sur le site d'ébranchage						
TMA sans écorce	916 757	170 006	212 447	775 890	881 250	2 956 349
TMA des écorces	149 207	23 950	46 599	134 078	122 907	476 741
TMA bois et écorce	1 065 964	193 955	259 047	909 968	1 004 157	3 433 090
Masse des feuilles	883 286	47 236	28 146	87 532	69 369	1 115 568
Total site d'ébranchage	1 949 249	241 191	287 192	997 500	1 073 525	4 548 658
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	1 049 675	236 545	286 270	789 241	1 203 682	3 565 413
Parterre de coupe	629 459	133 634	189 377	463 461	673 325	2 089 257
Site d'ébranchage	420 216	102 911	96 892	325 780	530 357	1 476 156
Massif central (60 - 150 km)	453 783	77 586	107 469	418 578	409 365	1 466 782
Parterre de coupe	272 120	43 832	71 094	245 799	228 994	861 839
Site d'ébranchage	181 663	33 755	36 374	172 779	180 371	604 942
Zone nordique (>150 km)	385 417	22 634	70 662	346 138	118 016	942 867
Parterre de coupe	231 123	12 787	46 745	203 260	66 017	559 932
Site d'ébranchage	154 294	9 847	23 917	142 877	51 999	382 934

L'évaluation des volumes selon la localisation a été estimée à partir des statistiques des modes d'abattage. Concernant les parterres, on retrouvera l'abattage manuel (arbre ou tronc entier ou tronçonnage à la souche), ainsi que les bois tronçonnés à la souche.

Le critère d'accessibilité de la biomasse est en relation avec le coût de transport pour sa récupération. La banlieue se situe en deçà de 50-60 km des routes provinciales numérotées, alors que les autres zones se situent à des distances croissantes de ces dernières.

Il apparaît donc que des volumes substantiels de biomasse sont disponibles pour l'industrie, dont une proportion significative est constituée de volumes non alloués et/ou non utilisés essentiellement en bois feuillus durs. Étant donné la demande très forte pour les essences du groupe SEPM et les peupliers, nous n'avons considéré aucun volume non alloué pour celles-ci.

Les éléments majeurs présentés au tableau précédent sont :

- Une biomasse globale de 9,19 millions de tonnes anhydres, constituée des composantes suivantes :
 - 5,97 millions de tonnes anhydres de fibre ligneuse;

- 0,97 million de tonne d'écorce;
- 2,25 millions de tonne de feuilles.
- 44% de cette biomasse proviendrait d'essences feuillues dures, partagée entre les résidus de coupe et les volumes non alloués, le reste étant constitué de résineux et de peupliers;
- Il y a également 73% de cette biomasse qui se retrouve sur les parterres de coupe, partagée entre résidus de coupe et volumes non alloués, et 27% est accumulée aux sites d'ébranchage aux chemins;
- Les bois non alloués ou non utilisés représentent 45.9% du volume total disponible; la proportion de bois rémanents varie significativement d'une région à l'autre, les régions nordiques ayant une proportion plus forte en raison du faible pourcentage de bois propres au sciage et au déroulage, ce qui fait en sorte que les tiges sont laissées debout;
- 59% de cette biomasse proviendrait de la forêt publique, le reste provenant de la forêt privée;
- 60% de la biomasse présente une accessibilité acceptable, soit étant située à une distance moyenne de transport de 50-60 kilomètres des voies d'accès principales, selon nos hypothèses.

Le bilan des volumes de biomasse disponibles dans chacune des 11 régions définies pour le Québec est présenté dans les tableaux 3.18 à 3.27 ci-après. La figure 3.3 présente pour sa part la localisation de chacune de ces régions, alors que le tableau 3.17 présente leur niveau d'accessibilité.

Figure 3.3 – Regroupements régionaux pour l'estimation de la biomasse disponible par région

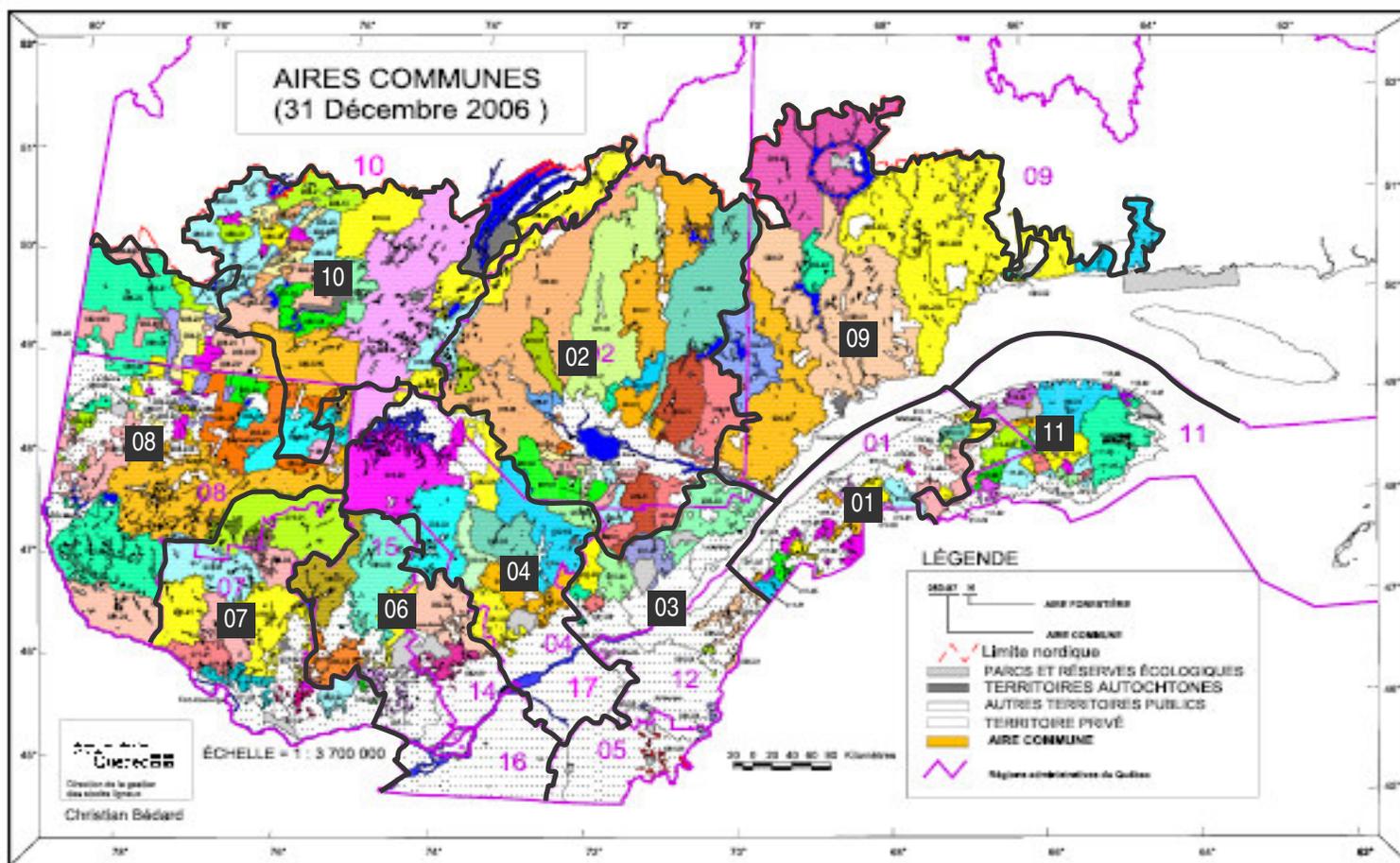


Tableau 3.17 – Distribution des régions selon leur niveau d'accessibilité (en % de la superficie)

Région administrative	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Banlieue (60 km)	100%	40%	100%	33%	100%	60%	60%	50%	33%	30%	100%
Massif central (60 - 150 km)	0%	30%	0%	33%	0%	40%	40%	30%	33%	30%	0%
Zone nordique (>150 km)	0%	30%	0%	34%	0%	0%	0%	20%	34%	40%	0%

Tableau 3.18 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Bas Saint-Laurent

Bilan de biomasse par région

1 Bas-Saint-Laurent	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	531 640	25 739	91 272	89 075	81 425	819 151
M³ utilisé privé	717 163	76 120	486 053	95 556	202 654	1 577 547
Total	1 248 803	101 859	577 325	184 631	284 079	2 396 697
Vol non alloué public (m³)				0	0	0
Vol non utilisés privé (m³)	117 187	12 880	59 947	35 501	75 289	508 808
	40 371	4 627	22 420	17 963	44 471	
Facteur TMA	0,345	0,359	0,374	0,506	0,591	
TMA bois public	183 150	9 247	34 136	45 072	48 095	319 699
TMA bois privé	287 434	31 973	204 204	66 315	164 172	754 097
TMA total	470 584	41 220	238 340	111 386	212 267	1 073 797
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	63%	65%	71%	66%	67%	
écorce	12%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	13%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	35 455	2 022	5 175	11 843	14 661	69 154
TMA privé	55 642	6 991	30 955	17 424	50 044	161 057
Total	91 097	9 013	36 130	29 267	64 705	230 211
Portion bois des branches et cimes	76 908	7 900	29 630	24 954	56 785	196 178
Portion écorce des branches et cimes	14 189	1 113	6 499	4 312	7 920	34 033
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	0	0	0
TMA privé	40 371	4 627	22 420	17 963	44 471	129 852
Total non alloué non util (bois)	40 371	4 627	22 420	17 963	44 471	129 852
Écorce des vol non alloué non utilisé	7 448	652	4 918	3 104	6 202	22 324
Total TMA sans écorce	117 279	12 527	52 051	42 918	101 256	326 031
Masse des écorces	21 637	1 765	11 417	7 416	14 122	56 357
Masse des feuilles	92 649	7 039	8 552	8 781	8 846	125 867
TMA total	231 565	21 331	72 019	59 115	124 225	508 254
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TMA sans écorce	117 279	12 527	52 051	42 918	101 256	326 031
TMA des écorces	21 637	1 765	11 417	7 416	14 122	56 357
TMA bois et écorce	138 916	14 292	63 468	50 334	115 378	382 388
Masse des feuilles	92 649	7 039	8 552	8 781	8 846	125 867
Total parterre	231 565	21 331	72 019	59 115	124 225	508 254
Sur le site d'ébranchage	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TMA sans écorce	0	0	0	0	0	0
TMA des écorces	0	0	0	0	0	0
TMA bois et écorce	0	0	0	0	0	0
Masse des feuilles	0	0	0	0	0	0
Total site d'ébranchage	0	0	0	0	0	0
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	117 279	12 527	52 051	42 918	101 256	326 031
Massif central (60 - 150 km)	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.19 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Saguenay-Lac Saint-Jean

2 Saguenay-Lac Saint-Jean	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	5 831 704	43	229 591	396 493	12 865	6 470 697
M³ utilisé privé	281 490	1 283	93 500	36 884	15 366	428 523
Total	6 113 194	1 327	323 091	433 377	28 231	6 899 221
Vol non alloué public (m³)						
	0	0	0	388 244	21 732	409 976
				196 451	12 837	
Vol non utilisés privé (m³)						
	47 900	2 433	106 600	20 860	8 690	209 812
	18 968	825	39 868	10 555	5 133	
Facteur TMA						
TMA bois public	0,396	0,339	0,374	0,506	0,591	
TMA bois privé	2 309 355	15	85 867	397 077	20 436	2 812 749
TMA total	130 438	1 260	74 837	29 218	14 209	249 964
	2 439 793	1 275	160 704	426 295	34 645	3 062 713
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	66%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	12%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	419 138	3	13 017	104 331	6 229	542 718
TMA privé	23 674	276	11 345	7 677	4 331	47 303
Total	442 812	279	24 361	112 008	10 561	590 021
Portion bois des branches et cimes	383 838	244	19 979	95 505	9 268	508 834
Portion écorce des branches et cimes	58 974	34	4 382	16 504	1 293	81 187
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	196 451	12 837	209 288
TMA privé	18 968	825	39 868	10 555	5 133	75 350
Total non alloué non util (bois)	18 968	825	39 868	207 006	17 970	284 638
Écorce des vol non alloué non utilisé	2 914	116	8 745	35 772	2 506	50 053
Total TMA sans écorce	402 807	1 070	59 847	302 511	27 238	793 472
Masse des écorces	61 888	151	13 127	52 275	3 799	131 240
Masse des feuilles	428 175	218	5 766	33 607	1 444	469 210
TMA total	892 869	1 438	78 740	388 394	32 481	1 393 922
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	46%	46%	46%	46%	46%	
TMA sans écorce	185 291	492	27 530	139 155	12 529	364 997
TMA des écorces	28 469	69	6 038	24 047	1 747	60 371
TMA bois et écorce	213 760	561	33 568	163 202	14 277	425 368
Masse des feuilles	196 960	100	2 652	15 459	664	215 836
Total parterre	410 720	661	36 221	178 661	14 941	641 204
Sur le site d'ébranchage						
	54%	54%	54%	54%	54%	
TMA sans écorce	217 516	578	32 318	163 356	14 708	428 475
TMA des écorces	33 420	81	7 089	28 229	2 051	70 870
TMA bois et écorce	250 935	659	39 406	191 585	16 760	499 345
Masse des feuilles	231 214	118	3 114	18 148	780	253 373
Total site d'ébranchage	482 150	777	42 520	209 733	17 539	752 718
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	161 123	428	23 939	121 004	10 895	317 389
Massif central (60 - 150 km)	120 842	321	17 954	90 753	8 171	238 042
Zone nordique (>150 km)	120 842	321	17 954	90 753	8 171	238 042

Tableau 3.20 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Capitale-Nationale, Chaudière-Appalaches et l'Estrie

3 Capitale-Nationale-Chaudière-Appalaches-Estrie	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	439 734	1 839	30 924	54 406	42 806	569 708
M³ utilisé privé	1 743 427	227 517	419 540	228 992	1 122 761	3 742 237
Total	2 183 161	229 355	450 464	283 398	1 165 567	4 311 945
Vol non alloué public (m³)				39 734	45 176	84 910
	0	0	0	20 106	26 684	
Vol non utilisés privé (m³)	218 666	205 933	64 574	53 364	261 645	826 316
	82 000	68 164	24 151	27 002	154 545	
Facteur TMA	0,375	0,331	0,374	0,506	0,591	
TMA bois public	164 900	609	11 566	47 635	51 968	276 677
TMA bois privé	735 785	143 472	181 059	142 872	817 722	2 020 910
TMA total	900 685	144 080	192 624	190 507	869 690	2 297 587
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	63%	65%	71%	66%	67%	
écorce	12%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	13%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	31 922	133	1 753	12 516	15 841	62 165
TMA privé	142 435	31 371	27 447	37 539	249 266	488 058
Total	174 357	31 504	29 200	50 055	265 107	550 224
Portion bois des branches et cimes	147 200	27 614	23 947	42 680	232 659	474 100
Portion écorce des branches et cimes	27 157	3 890	5 253	7 375	32 449	76 124
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	20 106	26 684	46 789
TMA privé	82 000	68 164	24 151	27 002	154 545	355 861
Total non alloué non util (bois)	82 000	68 164	24 151	47 108	181 229	402 650
Écorce des vol non alloué non utilisé	15 128	9 603	5 297	8 140	25 276	63 444
Total TMA sans écorce	229 200	95 778	48 098	89 788	413 887	876 750
Masse des écorces	42 285	13 493	10 550	15 516	57 724	139 568
Masse des feuilles	177 328	24 603	6 911	15 019	36 244	260 105
TMA total	448 813	133 874	65 559	120 322	507 856	1 276 423
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre	55%	55%	55%	55%	55%	
TMA sans écorce	126 060	52 678	26 454	49 383	227 638	482 213
TMA des écorces	23 257	7 421	5 802	8 534	31 748	76 762
TMA bois et écorce	149 317	60 099	32 256	57 917	259 386	558 975
Masse des feuilles	97 530	13 532	3 801	8 260	19 934	143 058
Total parterre	246 847	73 631	36 057	66 177	279 321	702 033
Sur le site d'ébranchage	45%	45%	45%	45%	45%	
TMA sans écorce	103 140	43 100	21 644	40 404	186 249	394 538
TMA des écorces	19 028	6 072	4 747	6 982	25 976	62 806
TMA bois et écorce	122 168	49 172	26 391	47 387	212 225	457 343
Masse des feuilles	79 797	11 071	3 110	6 758	16 310	117 047
Total site d'ébranchage	201 966	60 243	29 502	54 145	228 535	574 391
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	229 200	95 778	48 098	89 788	413 887	876 750
Massif central (60 - 150 km)	0	0	0	0	0	0
Zone nordique (>150 km)	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.21 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Mauricie

4 Mauricie	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	2 661 110	29 226	423 520	384 001	149 535	3 647 392
M³ utilisé privé	599 903	74 140	70 253	193 178	210 009	1 147 483
Total	3 261 013	103 366	493 773	577 179	359 544	4 794 876
Vol non alloué public (m³)						
	0	0	0	370 057	167 643	537 700
Vol non utilisés privé (m³)						
	114 922	22 452	83 411	53 979	58 682	351 155
	45 314	7 782	31 196	27 314	34 662	
Facteur TMA						
TMA bois public	0,394	0,347	0,374	0,506	0,591	
TMA bois privé	1 049 276	10 130	158 396	381 553	187 347	1 786 702
TMA total	281 856	33 479	57 471	125 062	158 707	656 573
	1 331 131	43 608	215 867	506 615	346 054	2 443 275
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	66%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	12%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	190 439	2 215	24 011	100 252	57 109	374 026
TMA privé	51 156	7 320	8 712	32 860	48 379	148 426
Total	241 595	9 535	32 723	133 112	105 487	522 453
Portion bois des branches et cimes	209 419	8 358	26 837	113 499	92 576	450 688
Portion écorce des branches et cimes	32 176	1 177	5 886	19 613	12 911	71 764
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	187 249	99 021	286 270
TMA privé	45 314	7 782	31 196	27 314	34 662	146 267
Total non alloué non util (bois)	45 314	7 782	31 196	214 562	133 683	432 537
Écorce des vol non alloué non utilisé	6 962	1 096	6 843	37 077	18 645	70 623
Total TMA sans écorce	254 733	16 140	58 033	328 061	226 259	883 225
Masse des écorces	39 138	2 274	12 729	56 691	31 556	142 387
Masse des feuilles	233 609	7 447	7 745	39 939	14 422	303 162
TMA total	527 479	25 860	78 507	424 692	272 237	1 328 774
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	49%	49%	49%	49%	49%	
TMA sans écorce	124 819	7 908	28 436	160 750	110 867	432 780
TMA des écorces	19 178	1 114	6 237	27 778	15 462	69 770
TMA bois et écorce	143 997	9 023	34 673	188 529	126 329	502 550
Masse des feuilles	114 468	3 649	3 795	19 570	7 067	148 549
Total parterre	258 465	12 671	38 468	208 099	133 396	651 099
Sur le site d'ébranchage						
	51%	51%	51%	51%	51%	
TMA sans écorce	129 914	8 231	29 597	167 311	115 392	450 445
TMA des écorces	19 960	1 160	6 492	28 912	16 094	72 618
TMA bois et écorce	149 874	9 391	36 088	196 224	131 486	523 062
Masse des feuilles	119 140	3 798	3 950	20 369	7 355	154 612
Total site d'ébranchage	269 014	13 189	40 039	216 593	138 841	677 675
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	84 062	5 326	19 151	108 260	74 665	291 464
Massif central (60 - 150 km)	84 062	5 326	19 151	108 260	74 665	291 464
Zone nordique (>150 km)	86 609	5 487	19 731	111 541	76 928	300 297

Tableau 3.22 – Bilan du volume de biomasse disponible pour Laval-Lanaudière-Laurentides

6 Laval-Lanaudière-Laurentides	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	871 295	32 326	180 021	255 468	425 537	1 764 648
M³ utilisé privé	226 967	94 710	221 650	38 778	787 762	1 369 867
Total	1 098 262	127 036	401 671	294 246	1 213 299	3 134 514
Vol non alloué public (m³)						
	0	0	0	118 934	210 916	329 850
Vol non utilisés privé (m³)						
	127 958	102 423	32 563	3 733	75 837	147 790
	47 888	36 268	12 179	1 889	44 795	
Facteur TMA						
TMA bois public	0,374	0,354	0,374	0,506	0,591	
TMA bois privé	326 082	11 447	67 328	189 448	375 931	970 236
TMA total	132 831	69 805	95 076	21 511	510 099	829 321
	458 913	81 252	162 404	210 958	886 031	1 799 557
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	63%	65%	71%	66%	67%	
écorce	12%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	13%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	63 124	2 503	10 206	49 777	114 595	240 205
TMA privé	25 714	15 263	14 412	5 652	155 493	216 535
Total	88 838	17 766	24 619	55 429	270 088	456 740
Portion bois des branches et cimes	75 001	15 572	20 190	47 262	237 030	395 055
Portion écorce des branches et cimes	13 837	2 194	4 429	8 167	33 058	61 685
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	60 181	124 581	184 762
TMA privé	47 888	36 268	12 179	1 889	44 795	143 019
Total non alloué non util (bois)	47 888	36 268	12 179	62 070	169 375	327 780
Écorce des vol non alloué non utilisé	8 835	5 109	2 671	10 726	23 623	50 964
Total TMA sans écorce	122 889	51 841	32 369	109 332	406 405	722 835
Masse des écorces	22 672	7 303	7 100	18 893	56 681	112 649
Masse des feuilles	90 351	13 875	5 827	16 631	36 925	163 609
TMA total	235 912	73 018	45 296	144 856	500 012	999 093
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	30%	30%	30%	30%	30%	
TMA sans écorce	36 867	15 552	9 711	32 799	121 922	216 851
TMA des écorces	6 802	2 191	2 130	5 668	17 004	33 795
TMA bois et écorce	43 668	17 743	11 841	38 467	138 926	250 645
Masse des feuilles	27 105	4 162	1 748	4 989	11 078	49 083
Total parterre	70 774	21 905	13 589	43 457	150 003	299 728
Sur le site d'ébranchage						
	70%	70%	70%	70%	70%	
TMA sans écorce	86 022	36 288	22 658	76 532	284 484	505 985
TMA des écorces	15 870	5 112	4 970	13 225	39 677	78 854
TMA bois et écorce	101 893	41 400	27 628	89 757	324 160	584 839
Masse des feuilles	63 246	9 712	4 079	11 642	25 848	114 526
Total site d'ébranchage	165 139	51 113	31 707	101 399	350 008	699 365
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce¹						
Banlieue (60 km)	73 733	31 104	19 421	65 599	243 843	433 701
Massif central (60 - 150 km)	49 156	20 736	12 948	43 733	162 562	289 134
Zone nordique (>150 km)	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.23 – Bilan du volume de biomasse disponible pour l'Outaouais

7 Outaouais	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	433 232	165 079	204 906	181 358	382 483	1 367 057
M³ utilisé privé	128 150	120 963	273 533	44 765	415 292	982 703
Total	561 382	286 042	478 440	226 123	797 774	2 349 761
Vol non alloué public (m³)						
	0	0	0	43 272	130 528	173 800
Vol non utilisés privé (m³)						
	56 100	110 633	20 333	9 482	87 962	213 187
	20 406	38 550	7 605	4 798	51 956	
Facteur TMA						
TMA bois public	0,364	0,348	0,374	0,506	0,591	
TMA bois privé	157 588	57 522	76 635	113 663	303 018	708 426
TMA total	67 021	80 700	109 906	27 449	297 255	582 331
	224 609	138 222	186 541	141 111	600 273	1 290 757
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	66%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	12%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	28 602	12 578	11 617	29 865	92 369	175 030
TMA privé	12 164	17 646	16 661	7 212	90 612	144 294
Total	40 766	30 223	28 278	37 077	182 981	319 324
Portion bois des branches et cimes	35 336	26 491	23 191	31 614	160 585	277 217
Portion écorce des branches et cimes	5 429	3 732	5 087	5 463	22 397	42 107
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	21 895	77 099	98 994
TMA privé	20 406	38 550	7 605	4 798	51 956	123 315
Total non alloué non util (bois)	20 406	38 550	7 605	26 693	129 055	222 309
Écorce des vol non alloué non utilisé	3 135	5 431	1 668	4 613	17 999	32 846
Total TMA sans écorce	55 743	65 041	30 796	58 307	289 639	499 526
Masse des écorces	8 564	9 163	6 755	10 076	40 396	74 953
Masse des feuilles	39 418	23 603	6 693	11 125	25 016	105 855
TMA total	103 725	97 807	44 243	79 507	355 051	680 334
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	47%	47%	47%	47%	47%	
TMA sans écorce	26 199	30 569	14 474	27 404	136 131	234 777
TMA des écorces	4 025	4 306	3 175	4 736	18 986	35 228
TMA bois et écorce	30 224	34 876	17 649	32 140	155 116	270 005
Masse des feuilles	18 526	11 093	3 146	5 229	11 758	49 752
Total parterre	48 751	45 969	20 794	37 368	166 874	319 757
Sur le site d'ébranchage						
	53%	53%	53%	53%	53%	
TMA sans écorce	29 544	34 472	16 322	30 903	153 509	264 749
TMA des écorces	4 539	4 856	3 580	5 340	21 410	39 725
TMA bois et écorce	34 083	39 328	19 902	36 243	174 919	304 474
Masse des feuilles	20 892	12 509	3 547	5 896	13 259	56 103
Total site d'ébranchage	54 974	51 838	23 449	42 139	188 177	360 577
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce¹						
Banlieue (60 km)	33 446	39 025	18 477	34 984	173 784	299 716
Massif central (60 - 150 km)	22 297	26 017	12 318	23 323	115 856	199 810
Zone nordique (>150 km)	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.24 – Bilan du volume de biomasse disponible pour l’Abitibi-Témiscamingue

8 Abitibi-Témiscamingue	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	2 590 846	92 437	476 863	132 875	91 602	3 384 624
M³ utilisé privé	204 967	2 163	333 227	19 016	2 471	561 843
Total	2 795 812	94 601	810 090	151 891	94 073	3 946 467
Vol non alloué public (m³)						
	0	176 900	0	272 729	177 971	627 600
Vol non utilisés privé (m³)						
	47 067	13 733	218 467	46 563	6 050	599 693
	18 991	4 682	81 707	23 561	3 574	
Facteur TMA						
TMA bois public	1 045 406	91 831	178 347	205 236	159 228	1 680 047
TMA bois privé	101 695	5 420	206 333	33 183	5 033	351 665
TMA total	1 147 102	97 251	384 680	238 419	164 261	2 031 712
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	66%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	12%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	189 737	20 079	27 035	53 925	48 537	339 314
TMA privé	18 457	1 185	31 278	8 719	1 534	61 173
Total	208 194	21 265	58 313	62 644	50 072	400 488
Portion bois des branches et cimes	180 467	18 639	47 824	53 414	43 943	344 286
Portion écorce des branches et cimes	27 727	2 626	10 490	9 230	6 129	56 202
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	60 314	0	138 001	105 121	303 436
TMA privé	18 991	4 682	81 707	23 561	3 574	132 515
Total non alloué non util (bois)	18 991	64 996	81 707	161 562	108 695	435 951
Écorce des vol non alloué non utilisé	2 918	9 156	17 922	27 919	15 160	73 074
Total TMA sans écorce	199 458	83 635	129 530	214 976	152 638	780 237
Masse des écorces	30 645	11 782	28 412	37 149	21 288	129 276
Masse des feuilles	201 312	16 607	13 802	18 796	6 846	257 362
TMA total	431 415	112 024	171 744	270 921	180 772	1 166 876
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	49%	49%	49%	49%	49%	
TMA sans écorce	97 734	40 981	63 470	105 338	74 793	382 316
TMA des écorces	15 016	5 773	13 922	18 203	10 431	63 345
TMA bois et écorce	112 751	46 754	77 391	123 541	85 224	445 662
Masse des feuilles	98 643	8 137	6 763	9 210	3 354	126 108
Total parterre	211 394	54 892	84 155	132 751	88 578	571 769
Sur le site d'ébranchage						
	51%	51%	51%	51%	51%	
TMA sans écorce	101 724	42 654	66 060	109 638	77 845	397 921
TMA des écorces	15 629	6 009	14 490	18 946	10 857	65 931
TMA bois et écorce	117 353	48 663	80 550	128 584	88 703	463 852
Masse des feuilles	102 669	8 469	7 039	9 586	3 491	131 255
Total site d'ébranchage	220 022	57 132	87 589	138 169	92 194	595 107
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce¹						
Banlieue (60 km)	99 729	41 818	64 765	107 488	76 319	390 119
Massif central (60 - 150 km)	59 837	25 091	38 859	64 493	45 791	234 071
Zone nordique (>150 km)	39 892	16 727	25 906	42 995	30 528	156 047

Tableau 3.25 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Côte-Nord

9 Côte-Nord	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	2 656 128	0	10 730	8 437	83	2 675 377
M³ utilisé privé	136 510	403	15 180	7 770	627	160 490
Total	2 792 638	403	25 910	16 207	709	2 835 867
Vol non alloué public (m³)						
	0	0	0	244 130	7 670	251 800
Vol non utilisés privé (m³)						
	42 833	693	26 820	19 420	1 566	131 562
	16 393	223	10 031	9 827	925	
Facteur TMA						
TMA bois public	0,383	0,322	0,374	0,506	0,591	
TMA bois privé	1 016 553	0	4 013	127 799	4 579	1 152 944
TMA total	68 638	353	15 708	13 758	1 295	99 753
	1 085 191	353	19 721	141 557	5 874	1 252 697
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	66%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	12%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	184 500	0	608	33 579	1 396	220 083
TMA privé	12 458	77	2 381	3 615	395	18 926
Total	196 958	77	2 989	37 194	1 791	239 009
Portion bois des branches et cimes	170 727	68	2 452	31 714	1 571	206 531
Portion écorce des branches et cimes	26 231	10	538	5 480	219	32 478
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	123 530	4 530	128 060
TMA privé	16 393	223	10 031	9 827	925	37 399
Total non alloué non util (bois)	16 393	223	10 031	133 356	5 455	165 459
Écorce des vol non alloué non utilisé	2 519	31	2 200	23 045	761	28 556
Total TMA sans écorce	187 120	291	12 482	165 070	7 027	371 990
Masse des écorces	28 750	41	2 738	28 525	980	61 033
Masse des feuilles	190 447	60	708	11 160	245	202 620
TMA total	406 316	393	15 928	204 755	8 252	635 643
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre						
	70%	70%	70%	70%	70%	
TMA sans écorce	130 984	204	8 738	115 549	4 919	260 393
TMA des écorces	20 125	29	1 917	19 967	686	42 723
TMA bois et écorce	151 109	233	10 654	135 516	5 605	303 116
Masse des feuilles	133 313	42	495	7 812	171	141 834
Total parterre	284 421	275	11 149	143 328	5 776	444 950
Sur le site d'ébranchage						
	30%	30%	30%	30%	30%	
TMA sans écorce	56 136	87	3 745	49 521	2 108	111 597
TMA des écorces	8 625	12	821	8 557	294	18 310
TMA bois et écorce	64 761	100	4 566	58 078	2 402	129 907
Masse des feuilles	57 134	18	212	3 348	73	60 786
Total site d'ébranchage	121 895	118	4 778	61 426	2 476	190 693
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	61 750	96	4 119	54 473	2 319	122 757
Massif central (60 - 150 km)	61 750	96	4 119	54 473	2 319	122 757
Zone nordique (>150 km)	63 621	99	4 244	56 124	2 389	126 477

Tableau 3.26 – Bilan du volume de biomasse disponible pour le Nord-du-Québec

10 Nord du Québec	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	2 770 526	0	151 978	5 616	0	2 928 120
M³ utilisé privé	0	0	0	0	0	0
Total	2 770 526	0	151 978	5 616	0	2 928 120
Vol non alloué public (m³)				179 500	0	179 500
	0	0	0	90 827	0	
Vol non utilisés privé (m³)	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	
Facteur TMA	0,415	0,299	0,374	0,506	0,591	
TMA bois public	1 149 076	0	56 840	93 669	0	1 299 584
TMA bois privé	0	0	0	0	0	0
TMA total	1 149 076	0	56 840	93 669	0	1 299 584
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	64%	65%	71%	66%	67%	
écorce	10%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	15%	11%	17%	21%	
feuilles	13%	12%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	215 713	0	8 616	24 611	0	248 940
TMA privé	0	0	0	0	0	0
Total	215 713	0	8 616	24 611	0	248 940
Portion bois des branches et cimes	186 133	0	7 066	20 985	0	214 184
Portion écorce des branches et cimes	29 580	0	1 550	3 626	0	34 756
Masse marchande non allouée ou non utilisée	0,158917625	16%				
TMA public	0	0	0	90 827	0	90 827
TMA privé	0	0	0	0	0	0
Total non alloué non util (bois)	0	0	0	90 827	0	90 827
Écorce des vol non alloué non utilisé	0	0	0	15 695	0	15 695
Total TMA sans écorce	186 133	0	7 066	111 812	0	305 011
Masse des écorces	29 580	0	1 550	19 322	0	50 451
Masse des feuilles	233 406	0	2 039	7 384	0	242 830
TMA total	449 119	0	10 656	138 518	0	598 292
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre	28%	28%	28%	28%	28%	
TMA sans écorce	52 117	0	1 979	31 307	0	85 403
TMA des écorces	8 282	0	434	5 410	0	14 126
TMA bois et écorce	60 400	0	2 413	36 717	0	99 530
Masse des feuilles	65 354	0	571	2 068	0	67 992
Total parterre	125 753	0	2 984	38 785	0	167 522
Sur le site d'ébranchage	72%	72%	72%	72%	72%	
TMA sans écorce	134 016	0	5 088	80 505	0	219 608
TMA des écorces	21 297	0	1 116	13 912	0	36 325
TMA bois et écorce	155 313	0	6 204	94 416	0	255 933
Masse des feuilles	168 052	0	1 468	5 317	0	174 837
Total site d'ébranchage	323 365	0	7 672	99 733	0	430 770
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	55 840	0	2 120	33 544	0	91 503
Massif central (60 - 150 km)	55 840	0	2 120	33 544	0	91 503
Zone nordique (>150 km)	74 453	0	2 827	44 725	0	122 004

Tableau 3.27 – Bilan du volume de biomasse disponible pour la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine

11 Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	SEPM	Autres résineux	Peupliers	Bouleaux blancs	Autres feuillus	Sous-total
Volume ligneux utilisé (m³)						
M³ utilisé public	1 046 503	16 601	127 129	166 822	41 314	1 398 369
M³ utilisé privé	125 143	29 297	89 577	22 542	40 598	307 157
Total	1 171 646	45 898	216 706	189 364	81 912	1 705 526
Vol non alloué public (m³)				140 366	56 234	196 600
	0	0	0	71 025	33 215	
Vol non utilisés privé (m³)	164 733	21 767	58 667	38 793	69 867	404 028
	58 541	6 593	21 941	19 629	41 268	
Facteur TMA	0,355	0,303	0,374	0,506	0,591	
TMA bois public	371 896	5 028	47 546	155 437	57 618	637 526
TMA bois privé	103 013	15 467	55 443	31 036	65 248	270 207
TMA total	474 909	20 496	102 989	186 473	122 866	907 733
Répartition de masse utilisée						
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
bois	63%	65%	71%	66%	67%	
écorce	12%	9%	16%	11%	9%	
branches	12%	14%	11%	17%	21%	
feuilles	13%	11%	3%	5%	3%	
Masse des branches et des cimes (bois et écorce)						
TMA public	71 993	1 100	7 208	40 841	17 564	138 704
TMA privé	19 942	3 382	8 405	8 155	19 889	59 772
Total	91 934	4 481	15 612	48 995	37 453	198 476
Portion bois des branches et cimes	74 973	3 850	12 188	40 529	32 230	163 769
Portion écorce des branches et cimes	16 961	631	3 424	8 467	5 224	34 707
Masse marchande non allouée ou non utilisée (bois)						
TMA public	0	0	0	71 025	33 215	104 241
TMA privé	58 541	6 593	21 941	19 629	41 268	147 973
Total non alloué non util (bois)	58 541	6 593	21 941	90 655	74 483	252 214
Écorce des vol non alloué non utilisé	7 671	840	4 062	14 203	9 660	36 435
Total TMA sans écorce	133 514	10 443	34 129	131 184	106 713	415 983
Masse des écorces	24 632	1 471	7 486	22 669	14 883	71 142
Masse des feuilles	93 501	3 500	3 695	14 701	5 120	120 517
TMA total	251 647	15 414	45 310	168 553	126 717	607 642
Localisation de la biomasse						
Sur le parterre	56%	56%	56%	56%	56%	
TMA sans écorce	74 768	5 848	19 112	73 463	59 759	232 951
TMA des écorces	13 794	824	4 192	12 695	8 335	39 839
TMA bois et écorce	88 562	6 672	23 304	86 157	68 094	272 790
Masse des feuilles	52 360	1 960	2 069	8 232	2 867	67 489
Total parterre	140 922	8 632	25 374	94 390	70 961	340 279
Sur le site d'ébranchage	44%	44%	44%	44%	44%	
TMA sans écorce	58 746	4 595	15 017	57 721	46 954	183 033
TMA des écorces	10 838	647	3 294	9 974	6 549	31 302
TMA bois et écorce	69 585	5 242	18 311	67 695	53 502	214 335
Masse des feuilles	41 140	1 540	1 626	6 468	2 253	53 027
Total site d'ébranchage	110 725	6 782	19 937	74 164	55 755	267 362
Accessibilité de la biomasse ligneuse sans écorce ¹						
Banlieue (60 km)	133 514	10 443	34 129	131 184	106 713	415 983
Massif central (60 - 150 km)	0	0	0	0	0	0
Zone nordique (>150 km)	0	0	0	0	0	0

3.3.2 Volumes de biomasse disponible pour le Québec et par région sur la base des inventaires de biomasse

Le tableau suivant présente les résultats de l'estimation sommaire des volumes de biomasse sur la base des inventaires terrain.

Tableau 3.28 – Volumes de biomasse par région du Québec sur la base des inventaires de biomasse

Régions forestières	Résultats en tonnes métriques anhydres			
	Arbres entiers	Troncs entiers	Bois tronçonnés	Total
01 : Bas-Saint-Laurent	30 418	38 593	533 261	602 271
02 : Saguenay-Lac-Saint-Jean	814 693	0	1 014 078	1 828 771
03 : Capitale Nationale-Chaudière-Appalaches-Estrie	191 363	339 137	467 775	998 275
04 : Mauricie-Centre du Québec	398 725	64 239	487 330	950 294
06 : Laval-Lanaudière-Laurentides	368 934	280 632	69 856	719 422
07 : Outaouais	298 574	331 066	96 597	726 237
08 : Abitibi-Témiscaminque	490 159	69 679	697 756	1 257 595
09 : Côte-Nord	279 688	0	1 076 801	1 356 489
10 : Nord-du-Québec	571 290	126 557	222 565	920 412
11 : Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	139 562	4 599	287 846	432 007
Total pour le Québec	3 583 406	1 254 501	4 953 866	9 791 773

Cette biomasse est répartie selon les composantes suivantes :

- Fibre ligneuse : 8 518 842 tonnes anhydres
- Écorce : 1 272 930 tonnes anhydres

En outre, il faudrait considérer également, en sus de cette biomasse, environ 3 millions de tonnes sous forme de feuilles et aiguilles, pour un grand total annuel de 12,7 millions de tonnes anhydres.

Le résultat est supérieur à l'estimation faite sur la base des volumes marchands récoltés. Ceci s'explique par le fait que, dans cette méthode les volumes de bois mort récupérables et les sections de souche hors terre sont également considérées, alors que ces éléments ne le sont pas dans la méthode retenue.

3.4 Volumes de sous-produits des usines de transformation

Le premier approvisionnement auquel s'est adressé jusqu'à maintenant l'industrie québécoise de la granule et des bûches de bois densifié provenait surtout de l'industrie de la seconde transformation du bois. Cependant, la demande générée par ce créneau industriel s'est exercée dans un contexte de rareté de cette matière première, alors que des demandes importantes provenaient déjà de l'industrie des panneaux composites.

Le MRNF a d'ailleurs été clair sur ce point, spécifiant qu'il n'y a globalement pas de disponibilité significative au Québec à cette fin. Le MRNF identifiait, avant les coupures de CAAF, un déficit net en copeaux au Québec, alors que les sciures, planures et écorces se trouvaient plus ou moins en équilibre. La diminution de la possibilité forestière, et par conséquent des attributions aux industriels forestiers, aura comme répercussion qu'il pourrait y avoir un déficit additionnel d'un million de tma de copeaux, de 260 000 tma de sciures et planures et de 370 000 tma d'écorces.

Le fait que les fabricants actuels de granules s'adressent à cette source spécifique de matière première est problématique pour toute l'industrie des pâtes et papiers et des panneaux même si, sur une base régionale et conjoncturelle, il est possible d'alimenter des usines de granules et de bûches à partir de ce type de matière première.

Le bilan du MRNF est cependant bien réel et la croissance de la demande en sous-produits du sciage et de la seconde transformation de la part des fabricants de granules et de bûches crée une pression sur l'offre qui se matérialise déjà par une hausse des prix de vente qui pourrait s'accroître à court terme si la demande continue de croître.

Le tableau suivant fait néanmoins le portrait régional de la disponibilité des copeaux, des sciures et des planures, tel qu'il était en 2002 (dernières données rendues disponibles par le MRNF).

Tableau 3.29 – Évaluation de la disponibilité de copeaux au Québec (2000-2002) ('000 tma)

Sommaire des Copeaux	2000			2001			2002		
	Résineux	Feuillus	Total	Résineux	Feuillus	Total	Résineux	Feuillus	Total
Production (P)	7 023	736	7 759	6 596	849	7 444	6 670	916	7 586
Autres producteurs (R)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importations (M)	131	205	336	159	278	437	204	303	507
<i>Sous-total</i>	7 154	941	8 095	6 755	1 127	7 881	6 874	1 219	8 093
Consommation (C)	6 571	1 099	7 670	6 146	1 120	7 266	6 301	1 160	7 462
Utilisation énergétique (E)	0	0	0	3	5	8	25	0	25
Autres (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportations (X)	615	34	649	538	35	573	609	24	633
<i>Sous-total</i>	7 185	1 133	8 319	6 687	1 160	7 847	6 935	1 184	8 119
<i>Disponibilité (P+R+M-C-E-X)</i>	-32	-192	-224	68	-33	35	-61	35	-27

2003-10-31

Source : Registre forestier, MRNFP, DDIPF, DED.

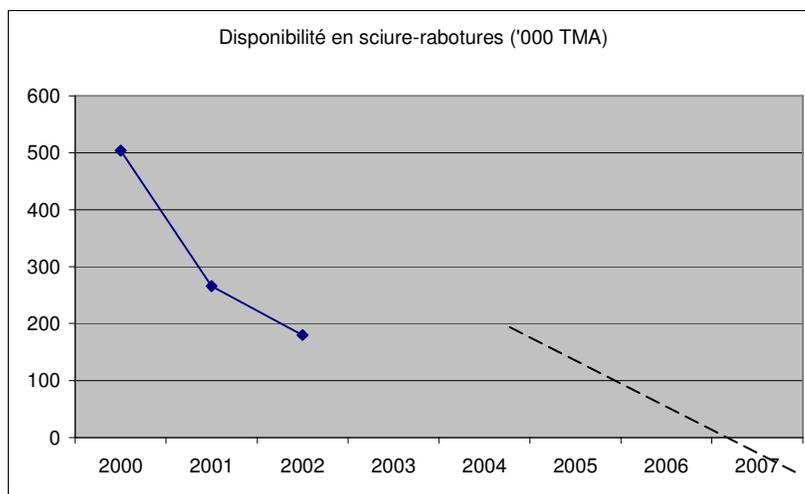
On y note que le bilan était déjà déficitaire en 2000 au niveau des copeaux.

Quant aux sciures et planures, on observe sur les dernières données disponibles 2000-2002 que la disponibilité diminuait rapidement, s'acheminant rapidement vers la situation de non-disponibilité qu'on connaît depuis 2005 et qui a été aggravée par la baisse de production prévue de 260 000 tonnes anhydres.

Tableau 3.30 – Évaluation de la disponibilité de sciures et de planures au Québec (2000-2002)
(‘000 tma)

Sommaire des Sciures et rabotures	2000			2001			2002		
	Résineux	Feuillus	Total	Résineux	Feuillus	Total	Résineux	Feuillus	Total
Production estimée (P)	2 405	341	2 746	1 965	326	2 290	2 054	297	2 352
Autres producteurs (R)	417	356	773	417	356	773	417	356	773
Importations (M)	80	2	82	157	30	187	200	34	234
<i>Sous-total</i>	2 902	700	3 601	2 538	712	3 250	2 671	687	3 358
Utilisation industrielle (I)	1 730	84	1 814	1 647	171	1 818	1 758	199	1 957
Utilisation énergétique (E)	442	98	540	392	68	461	426	78	504
Agricole (Ensachage+Vrac) (A)	555	28	583	555	28	583	555	28	583
Exportations (X)	121	39	160	95	27	122	110	24	134
<i>Sous-total</i>	2 847	250	3 097	2 690	294	2 984	2 850	328	3 178
Disponibilité (P+R+M-I-E-A-X)	54	450	504	-152	418	266	-179	359	180

Figure 3.4 – Évolution de la disponibilité de sciures et de planures



Compte tenu de ces informations, on peut penser que l'évolution de cette industrie, si elle continue d'utiliser les sources traditionnelles de matière première, ne se fera pas dans une perspective provinciale, mais plutôt sur une base régionale avec des opportunités conjoncturelles. Par exemple, la fermeture d'une usine consommatrice de sous-produits crée à chaque fois une opportunité pour un projet de granules, lequel peut être mis en place rapidement étant donné le relativement faible investissement. De telles fermetures sont difficilement prévisibles et on ne peut que cibler certaines régions ayant actuellement besoin d'une solution à court terme pour la mise en marché de leurs sous-produits, dont la Gaspésie, où même la mise en marché des copeaux est actuellement problématique pour certains industriels.

Il est hasardeux de s'avancer sur les situations spécifiques régionales sur le seul portrait des sous-produits d'usine et Roche Ltée considère que les perspectives de développement viables devront s'appuyer sur les autres sources potentielles de matière première que sont les volumes non alloués et les résidus de biomasse laissés sur les parterres de coupe et les aires d'ébranchage.

3.5 Biomasse en provenance des autres sources potentielles

Plusieurs sources potentielles existent; elles sont toutefois soit de qualité déficiente, ponctuelles ou conjoncturelles.

3.5.1 Les centres de tri près des centres urbains

Les volumes disponibles de résidus de bois par le biais des centres de tri, selon le FCQGED, peuvent provenir principalement des sources suivantes :

- Le service aux résidants du secteur municipal, où les résidus de bois sont gérés parmi les matériaux encombrants dans les sites de traitement des résidus. On recense environ un quart de millions de tonnes de ces résidus produits annuellement, le bois y occupant une proportion d'environ 10 à 13%. À noter que selon le système actuel de traitement, le bois y est la plupart du temps mélangé à d'autres résidus de diverses sources;
- Le secteur de la construction et de la démolition, qui génère près de 400 000 tonnes de bois, pour l'essentiel fortement mélangés à d'autres résidus de construction.

La plupart de ces résidus sont enfouis comme matériaux secs. Dans les régions centres comme l'île de Montréal où la capacité des sites est limitée et le coût de gestion des résidus secs est élevé, un intérêt a été développé pour le recyclage des résidus, voire leur réutilisation directe comme matériaux de construction, via la déconstruction, et non la démolition. Montréal concentre d'ailleurs la grande majorité de l'activité de recyclage au Québec et neuf entreprises s'y dédient à l'activité de recyclage (Plan de gestion des résidus de la CUM).

Donc, pour la grande majorité des sources d'approvisionnement en résidus, il existe dans les faits une forte contamination, réelle ou potentielle, limitant leur potentiel de valorisation en vrac pour la production de granules. Les discussions tenues avec les producteurs de granules et bûches vont d'ailleurs en ce sens et ces derniers sont fort hésitants pour l'instant à considérer les centres de tri comme sources potentielles d'approvisionnement. On sait déjà que ces derniers s'approvisionnent déjà à des sources industrielles spécifiques, où ils peuvent s'assurer de la propreté de la matière première. Tout industriel générant de la matière propre et situé dans un rayon raisonnable est donc déjà considéré par les fabricants de granules. Il resterait dans notre opinion le potentiel d'alimentation des bouilloires industrielles de l'industrie de la cogénération ou autre.

Pour illustrer le potentiel concret représenté par ce type de source, nous croyons utile de citer quelques éléments d'une consultation récente que nous avons effectuée dans une autre province canadienne. Le client s'approvisionnait à partir des centres de tri pour l'alimentation de ses

bouilloires à vapeur. Compte tenu de la conception simple de ses fournaies et de ses systèmes de récupération des cendres, cette industrie était forcément très sélective dans la qualité de ses approvisionnements, si bien que seulement 25% de la matière ligneuse était jugée apte à approvisionner l'industrie. Selon notre examen des approvisionnements, l'essentiel de ces derniers provenaient de sources industrielles, plus quelques volumes provenant d'entreprises d'émondage urbain. Nous avons également observé ici et là, quelques résidus de panneaux agglomérés.

En conclusion, les sources industrielles présentent un certain potentiel à moyen terme, mais les pratiques actuelles de gestion des chantiers de démolition et des centres de tri sont limitatives quant aux perspectives pour la production de granules. Nous ne pouvons dire avec certitude s'il serait faisable économiquement de trier selon la qualité requise par les producteurs de granules. Notre opinion est qu'il semble à première vue plus avantageux de considérer d'autres destinations moins contraignantes pour cette matière première, comme la cogénération, la production d'isolant, de panneaux de fibre, de panneaux de particules, de fibrociment, etc.

3.5.2 Les volumes des chablis, des feux et des épidémies

Les volumes rendus disponibles par ces événements sont effectivement très substantiels et ne sont pas comptabilisés dans la méthode d'estimation utilisée. À cet effet, nous devons rappeler que le mandat donné à Roche Ltée spécifiait que l'estimation devait être utile comme référence aux promoteurs désirant investir dans le domaine de la bioénergie, dont notamment la production de granules.

Hors, les volumes libérés par ces catastrophes naturelles sont aléatoires et leur localisation est imprévisible. Nous avons en conséquence jugé préférable de ne pas inclure ces valeurs et de ne considérer que les volumes assurés à moyen terme.

Une grande épidémie catastrophique comme celle affectant actuellement la Colombie-Britannique et l'Alberta pourrait faire l'objet de plans d'affaires spécifiques, en autant que l'on puisse estimer avec une certaine sécurité la période de récupérabilité des bois et que les perspectives soient clarifiées quant à la destination de cette ressource (sciage, pâte et bioénergie). À notre avis, étant donné les investissements substantiels nécessaires pour la récupération et la valorisation de la biomasse forestière, les opérateurs déjà implantés dans le domaine sont beaucoup mieux placés pour considérer sérieusement l'exploitation de ces volumes à court terme.

Il reste qu'une fois implanté sur la base de volumes assurés, un nouveau promoteur aura avantage à s'ajuster en fonction des situations particulières générées par ces catastrophes naturelles, voire prioriser la récolte de ces volumes lorsque la situation se présente et que c'est possible. Il pourra cependant se passer plusieurs années avant que la situation ne se présente.

3.5.3 Les volumes non alloués

Notre étude considère tous les volumes feuillus de qualité pâte non alloués comme potentiellement disponibles pour la fabrication de granules et de bûches au même titre qu'ils peuvent l'être pour tout autre usage (panneaux agglomérés, panneaux composites, etc.). Les volumes sont connus et

classifiés par le MRNF dans la catégorie « non alloués ». Ces volumes sont d'ailleurs établis pour toutes les régions listées.

Quant aux volumes qui deviennent disponibles ponctuellement suite à des fermetures d'usines, événements ponctuels ou conjoncturels, ils pourraient affecter les informations présentées dans le présent rapport. Compte tenu de la situation très évolutive de l'industrie du bois au Québec, nous ne croyons pas utile de modifier les résultats de l'étude pour de tels événements survenus parmi tant d'autres au cours de la réalisation de l'étude et qui pourraient de nouveau survenir.

3.6 Comparaison avec les données du MRNF

Le MRNF a procédé à l'évaluation de la biomasse disponible selon la méthode des formules de régression, extrapolant la biomasse à partir des volumes de possibilité. Il est à noter que leur estimé a utilisé le volume de possibilité avant la réduction calculée par le Forestier en chef. Leur calcul est actuellement en processus de mise à jour et sera rendu public prochainement. Selon les discussions tenues avec les professionnels du ministère, les valeurs estimées devraient être comparables à celles du présent document, à la différence près que la présente étude est basée sur les volumes effectivement récoltés, ajustés en fonction des réductions indiquées par le Forestier en chef.

3.7 Coûts d'approvisionnement par système d'exploitation et par catégorie de distance

3.7.1 Coûts d'approvisionnement pour les systèmes de base

Les tableaux récapitulatifs suivants quantifient les besoins en équipements par système, leur valeur combinée, ainsi que les coûts unitaires établis pour chaque système analysé. La première série de tableaux définit les cinq systèmes de base d'exploitation avec leur productivité estimée.

Tableau 3.31 – Synthèse de l'analyse des systèmes d'approvisionnement de base et de leurs coûts

	Distance moyenne : 50 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion jardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	1	1	0	4	25 252	1 700 000 \$		33,02 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	1	0	0	1	2	0	8 697	1 100 000 \$		53,94 \$
3. Résidus de parterre: broyage	1	1	0	0	1	1	0	4	24 908	2 550 000 \$		56,15 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	1	1	0	1	1	1	3	1	24 908	2 900 000 \$	57,60 \$	34,48 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	1	1	0	0	1	1	0	7 653	1 275 000 \$		86,33 \$
	Distance moyenne : 100 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion jardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	1	1	0	5	25 252	1 950 000 \$		43,44 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	1	0	0	1	2	0	8 697	1 100 000 \$		62,56 \$
3. Résidus de parterre: broyage	1	1	0	0	1	1	0	5	24 908	2 800 000 \$		66,57 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	1	1	0	1	1	1	4	2	24 908	3 375 000 \$	65,37 \$	44,89 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	1	1	0	0	1	2	0	7 653	1 500 000 \$		96,90 \$
	Distance moyenne : 150 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion jardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	1	1	0	7	25 252	2 450 000 \$		54,19 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	1	0	0	1	3	0	8 697	1 325 000 \$		71,46 \$
3. Résidus de parterre: broyage	1	1	0	0	1	1	0	7	24 908	3 300 000 \$		77,32 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	1	1	0	1	1	1	5	3	24 908	3 850 000 \$	73,38 \$	55,64 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	1	1	0	0	1	3	0	7 653	1 725 000 \$		107,82 \$

3.7.2 Résultats pour des systèmes optimisés visant une production de 100 000 TMA

Le tableau suivant présente les résultats pour une production de 100 000 tonnes anhydres de biomasse.

Tableau 3.32 – Synthèse de l'analyse des systèmes d'approvisionnement pour une production de 100 000 tma/année et de leurs coûts

Distance moyenne :	50 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion fardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	2	2	0	4	100 000	2 900 000 \$		24,14 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	11	0	0	3	8	0	100 000	7 350 000 \$		47,53 \$
3. Résidus de parterre: broyage	4	4	0	0	2	3	0	7	100 000	7 250 000 \$		47,75 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	4	4	0	4	2	2	5	2	100 000	8 625 000 \$	52,32 \$	26,07 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	9	13	0	0	4	8	0	100 000	12 050 000 \$		78,47 \$
Distance moyenne :	100 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion fardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	2	2	0	5	100 000	3 150 000 \$		31,68 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	11	0	0	3	11	0	100 000	8 025 000 \$		53,77 \$
3. Résidus de parterre: broyage	4	4	0	0	2	3	0	11	100 000	8 250 000 \$		55,28 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	4	4	0	4	2	2	8	4	100 000	9 800 000 \$	57,94 \$	33,61 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	9	13	0	0	4	11	0	100 000	12 725 000 \$		86,12 \$
Distance moyenne :	150 kilomètres								Production saisonnière (TMA)	Investissement en équipements (\$)	Coût unitaire portion billes (\$/TMA)	Coût unitaire biomasse (\$/TMA)
	Abatteuse	Porteur forestier	Fagoteuse	Ébrancheuse	Broyeur forestier	Chargeur sur roues	Camion fardier	Camion à benne				
1. Bord des chemins: broyage	0	0	0	0	2	2	0	7	100 000	3 650 000 \$		39,46 \$
2. Bord des chemins: fagots	0	0	11	0	0	3	15	0	100 000	8 925 000 \$		60,21 \$
3. Résidus de parterre: broyage	4	4	0	0	2	3	0	14	100 000	9 000 000 \$		63,06 \$
4. Résidus de parterre: billes et broyage	4	4	0	4	2	2	11	5	100 000	10 725 000 \$	63,74 \$	41,39 \$
5. Résidus de parterre: fagots	0	9	13	0	0	4	15	0	100 000	13 625 000 \$		94,02 \$

À l'analyse de ces tableaux, on constate les faits suivants :

- Entre les scénarios de base et les scénarios de production pour 100 000 tma, la différence principale réside dans une plus grande optimisation des équipements, avec une opération surtout de jour pour les scénarios de base et des opérations sur deux factions journalières pour les scénarios à 100 000 tonnes anhydres. Les scénarios de base ne permettent pas autant d'optimiser les opérations en raison des limitations des équipements;
- Pour tous les scénarios observés, on observe que l'opération de mise en fagots est trop coûteuse, particulièrement pour la récolte de biomasse sur les parterres de coupe. Les deux scénarios de mise en fagots étant peu intéressants à première vue, nous comparons les trois autres scénarios qui font appel au déchiquetage ou au broyage;
- Pour les scénarios de base, il semble donc que la récolte de la biomasse des sites d'ébranchage présente un coût à prime abord acceptable pour toutes les distances analysées, ces coûts étant même intéressants à 150 km. La récolte sur les parterres de coupe ne présente toutefois un coût possiblement acceptable qu'à la distance de 50 km;
- Les mêmes tendances s'observent pour une opération optimisée visant une récolte de 100 000 tma. Ces opérations optimisées permettraient cependant d'étendre la récolte sur les parterres de coupe jusqu'à une distance de 100 kilomètres environ;
- Quant aux investissements requis, la récolte sur les sites d'ébranchage se distingue de façon marquée des autres scénarios envisagés. Elle requiert un investissement d'un minimum de 1,7 M\$ en équipement de base pour des opérations de récolte de 25 000 tonnes anhydres situées à 50 km et un investissement pouvant atteindre 3,2 M\$ pour la récolte de 100 000 tonnes anhydres à 150 km de distance;
- La récolte sur les parterres de coupe implique quant à elle des investissements variant entre 2,6 M\$ pour un équipement de base permettant la récolte de 25 000 tonnes situées à 50 km et atteignant 9,3 M\$ pour la récolte 100 000 tonnes anhydres sur les parterres de coupe et les peuplements feuillus non alloués situés à 100 km de distance. Il est à noter que ce dernier scénario permettrait un tri de la matière première de manière à séparer la fibre ligneuse des autres composantes de biomasse.

Il est important de noter que les investissements mentionnés ci-haut ne sont indiqués que pour des fins de calcul de prix de revient. Étant donné que les exploitants forestiers possèdent déjà la majorité de ces équipements, sauf bien sûr les broyeurs et tamiseurs forestiers de même que les débardeurs à pinces « comprimantes », l'investissement ne relève à prime abord pas du promoteur de granules ou de bûches qui normalement ne devrait avoir à payer qu'un coût par tma.

3.8 Comparaison préliminaire du coût de la biomasse forestière et des sous-produits d'usines

Le tableau suivant établit la comparaison entre le coût d'approvisionnement en biomasse forestière et celui en sciures et planures, les deux produits étant préparés de façon à être aptes à produire le plus possible des granules premium ou des bûches aux niveaux d'humidité et de cendre visés. Il est à noter que ces coûts ne sont donnés qu'à titre indicatif, pour un scénario d'approvisionnement, afin de donner un ordre de grandeur comparatif avec le coût de la matière première traditionnelle. L'analyse financière précisera ces coûts.

Tableau 3.33 – Comparaison préliminaire du coût de la biomasse forestière et des sous-produits livrés secs (\$/tma)

	Biomasse livrée sèche	Sciure livrée sèche
• Billes livrées non écorcées, 125 km de distance	60,75 \$	
• Écorçage-broyage- tamisage en usine (estimé préliminaire)	6,50 \$	
• Séchage (estimé préliminaire)	20,00 \$	
• Total décheté sec (estimé préliminaire)	87,25 \$	80 à 90 \$*

* Il y a un an, la sciure était livrée sèche entre 45 et 50 \$ la tonne.

L'augmentation rapide du prix des sciures et planures depuis un an démontre l'effet de la pression sur les marchés exercée par la croissance de l'industrie de la granule jumelée à la diminution de l'offre reliée à la fermeture de plusieurs scieries et usines de rabotage. Malgré ces faits et en raison des exigences de qualité de matière première requises pour rencontrer les normes de la granule *Premium*, la récolte de biomasse semble de compétitivité plus limitée en terme de coût.

3.9 Synthèse et conclusions sur le volet approvisionnement en biomasse forestière

Sur la base des volumes récoltés et des volumes marchands non alloués, notre analyse donne un volume de biomasse totale annuelle de 9,2 millions de tonnes métriques anhydres, dont 6,0 millions de tma en fibre ligneuse.

Sur la base des échantillonnages de biomasse résiduelle, nous obtenons une biomasse totale annuelle de 13 millions de tonnes anhydres, dont 8,5 millions de tonnes anhydres seraient constitués de fibre ligneuse. Cette différence s'explique par le fait que les inventaires de biomasse ne se limitent pas au volume marchand et incluent des tiges mortes, des essences non marchandes et d'autres résidus non considérés dans notre analyse de base.

Cette dernière méthode donnerait probablement une mesure du volume biomasse disponible sur le terrain plus réaliste. L'insuffisance de données et le fait que des échantillonnages additionnels seraient requis font en sorte que nous considérons préférable de ne pas hausser notre estimation indiquée au premier paragraphe. Nous considérons également que les volumes retenus ont un coefficient de sécurité adéquat pour les fins visées.

Considérant la qualité de la matière première exigée pour la fabrication de granules, il apparaît que l'exploitation d'arbres entiers permettrait de fabriquer directement une granule de qualité premium, à un prix (estimé de façon préliminaire et qui sera précisé ultérieurement dans le rapport) de matière première raffinée et sèche de l'ordre de 85 à 90\$ la tonne sèche. Ce coût se compare actuellement au coût livré de la planure et de la sciure sèche, mais est très supérieur au coût de la sciure d'il y a à peine un an. Des informations encourageantes indiquent par ailleurs que la biomasse résiduelle pourrait être nettoyée en forêt par le biais de broyage lent et tamisage pour éliminer l'essentiel des feuilles et impuretés, et ainsi produire des granules de qualité premium.

Pour la production de granules de qualité standard, il serait possible d'utiliser de la biomasse forestière broyée avec un coût de revient livré situé entre 41 et 50 \$ par tonne anhydre équivalente (75-100 km de transport). Les conditions d'exploitation acceptables devront de ce fait être choisies avec soin puisque selon les indications reçues, le prix maximal qu'acceptent actuellement de payer les acheteurs pour de la biomasse brute verte livrée serait de l'ordre de 50 \$ la tonne équivalente sèche. En général, les conditions d'exploitation à prime abord rentables par rapport au prix actuellement offert correspondent aux résidus de bord de chemin, ou alors à la portion biomasse d'une exploitation intégrée d'arbres entiers. Les billes elles-mêmes présentent des coûts d'exploitation variant entre 65 et 70 \$ par tonne équivalente sèche pour une distance de transport de l'ordre de 75-100 km, soit, dans tous les cas, trop chères pour cette destination à prime abord. La mise en fagot présente pour sa part des coûts de revient variant entre 65 et 119 \$ par tonne anhydre équivalente pour des distances de 50 à 225 km et serait donc systématiquement trop chère.

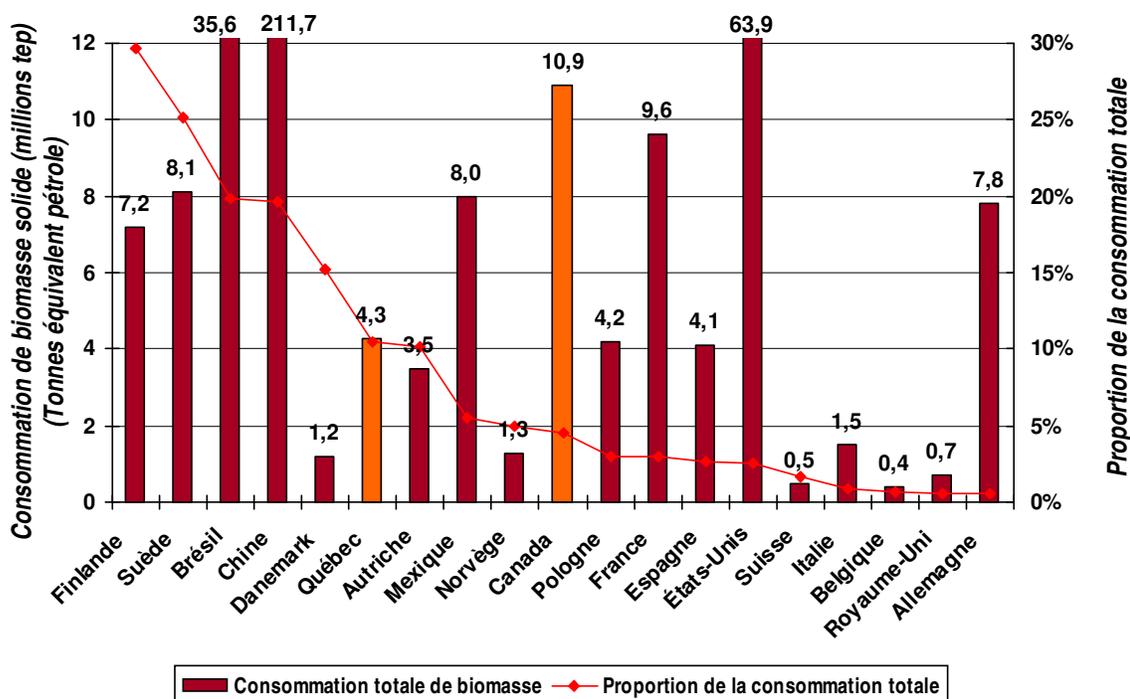
Il ne faut pas oublier de plus que tous les coûts mentionnés dans les tableaux pour la matière première sont ceux livrés sur la route provinciale numérotée la plus proche et non ceux livrés à une usine donnée. Il faudra donc ajouter un coût de transport supplémentaire relié à une distance que nous estimons de façon préliminaire à 50-75 km pour un coût additionnel se situant entre 12,58 et 21,39 \$/tma, dépendamment de la distance retenue et de la nature de la biomasse, billes ou broyures.

De plus, nous n'avons considéré aucune valeur marchande des bois sur pied (VMBSP) à payer au MRNF pour les bois rémanents debout ou sur les parterres de coupe; par conséquent, un coût supplémentaire correspondant à la VMBSP du bois à pâte pourrait devoir être appliqué, lequel varie d'une zone de tarification à l'autre.

4 Portrait et comparaison de la situation énergétique du Québec en regard de la bioénergie

La figure 4.1 présente la position relative du Québec et du Canada dans la filière bioénergie mondiale. Alors que la biomasse représente 10% de la consommation d'énergie au Québec, cette proportion est de 30% et 25% respectivement pour les pays en tête de peloton, la Finlande et la Suède. L'adoption de politiques énergétiques spécifiques au secteur des sources d'énergie renouvelables (SER) en Europe a contribué à l'essor du secteur de la bioénergie en remplacement des sources d'énergie fossiles.

Figure 4.1 - La bioénergie dans le monde : Consommation de biomasse solide de certains pays

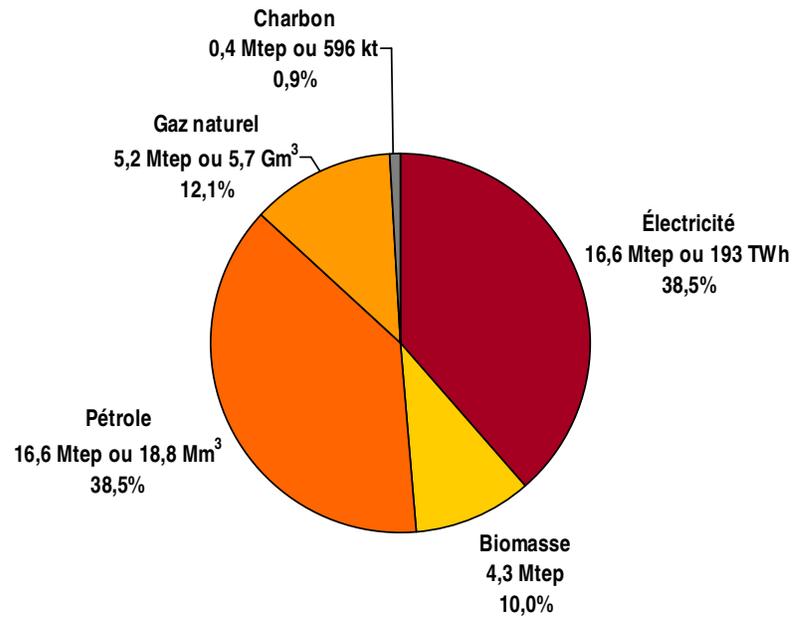


Source : Hydro-Québec.

4.1 Portrait de la situation énergétique québécoise et canadienne

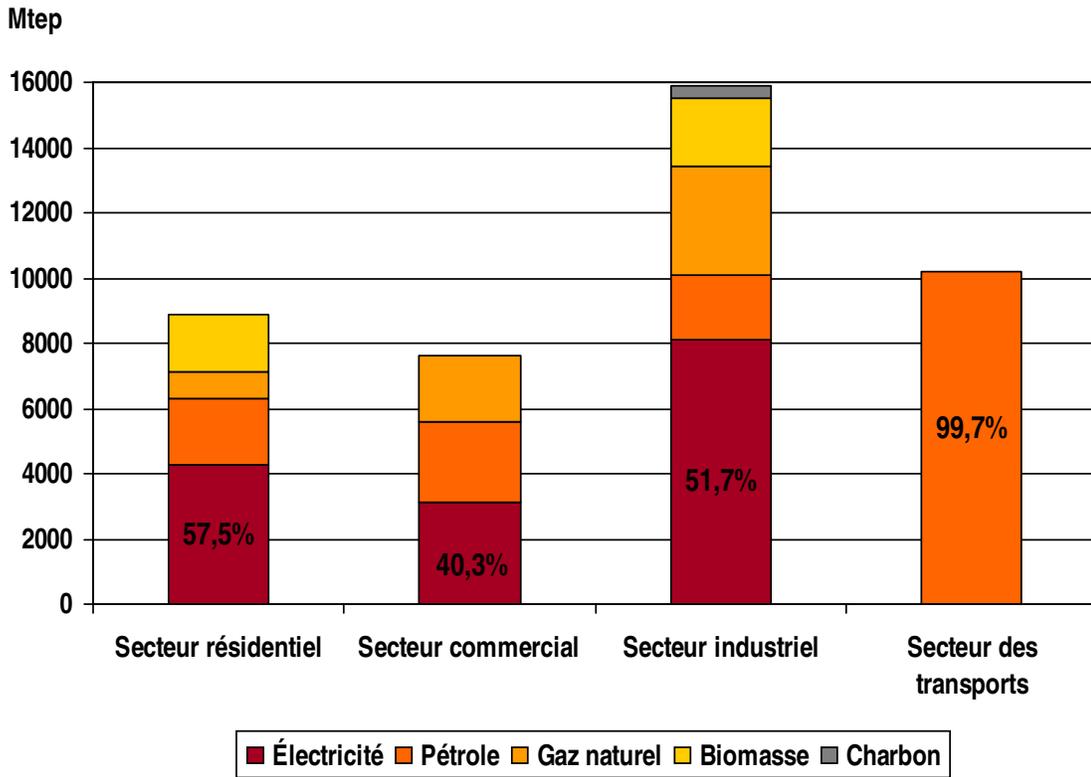
La filière de la bioénergie occupe peu d'espace dans la politique énergétique du Québec. La biomasse représente 10% de la consommation totale d'énergie au Québec et elle est présente dans le secteur résidentiel (bois de chauffage principalement) et dans le secteur industriel (centrales de production d'électricité à partir de biomasse forestière et chaudières à résidus dans l'industrie forestière).

Figure 4.2 – Consommation d'énergie au Québec (2003) – Bilan énergétique



Source : Gouvernement du Québec, *L'énergie pour construire le Québec de demain, la stratégie énergétique du Québec 2006-2015*.

Figure 4.3 – Consommation d’énergie par secteur et selon la source



Source : Gouvernement du Québec, *L'énergie pour construire le Québec de demain, la stratégie énergétique du Québec 2006–2015*.

La puissance installée des centrales de production d’électricité issue de la biomasse forestière est de 299 MW, soit 0,7% de la puissance installée totale au Québec.

Tableau 4.1 – Production issue de la biomasse forestière au Québec⁴

HYDRO-QUÉBEC PRODUCTION		
RÉGION	CENTRALES	PUISSANCE INSTALLÉE (MW)
Abitibi-Témiscaminque	Boralex Senneterre	31
	Tembec Témiscaminque	10
Côte-Nord	Arbec Port-Cartier	34
Estrie	Domtar Windsor	26
Nord-du-Québec	Domtar Lebel-sur-Quévillon	49
	Chapais Énergie	31
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Boralex Dolbeau (Bowater)	29
	SFK Pâtes Saint-Félicien	29
	Cogénération Saint-Félicien	23
Total		260
HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION		
RÉGION	CENTRALES	PUISSANCE INSTALLÉE (MW)
Estrie	Kruger Brompton-Sherbrooke (septembre 07)	19
Outaouais	Bowater Gatineau (avril 06)	20
Total		39
Puissance installée totale		299

Source : Hydro-Québec TransÉnergie (14 juin 2006).

Au niveau de la politique énergétique du Québec, la mise en valeur de la biomasse forestière ne concerne pour le moment que la production d'éthanol et la production d'électricité, comme le démontre un extrait de la stratégie énergétique du Québec émise par le gouvernement libéral l'an dernier et présenté à la page suivante.

⁴ Centrales dont une partie ou la totalité de la production est livrée à Hydro-Québec.

Extrait de la stratégie énergétique du Québec 2006 – 2015

Le gouvernement entend favoriser les carburants renouvelables comme l'éthanol-carburant et le biodiesel. L'objectif est d'atteindre 5 % d'éthanol en moyenne dans les ventes d'essence d'ici 2012. L'éthanol permet de remplacer une quantité équivalente d'essence. La valorisation de la biomasse forestière et agricole et des déchets urbains sera privilégiée plutôt que la filière du maïs-grain. Bien que technologiquement plus difficile, elle est environnementalement et économiquement plus rentable pour le Québec.

Des équipes québécoises travaillent déjà à la valorisation de la biomasse sous la forme de production d'éthanol-carburant. Ces équipes seront appuyées et soutenues. Les travaux de recherche ont fait l'objet de soutiens importants de la part du gouvernement du Québec dans le passé. Ils ont atteint un stade d'avancement suffisant pour que l'on puisse passer bientôt du stade du laboratoire à l'étape de projet de démonstration à une échelle pré-commerciale.

Le gouvernement souhaite donc faire en sorte qu'une usine de démonstration soit lancée au cours de 2007. L'usine de démonstration pourrait entrer en activité vers 2008, de telle sorte que la technologie de valorisation de la biomasse pourrait être au point à l'horizon 2010 et des usines de production opérationnelles à l'horizon 2012.

Le potentiel de production d'éthanol est énorme. Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) estime à 5 millions tm par année la production annuelle de la seule biomasse forestière résiduelle, à partir des parterres de coupe et du bois non commercialisable. Entièrement récupéré, ce potentiel permettrait en théorie de produire jusqu'à 1,6 milliard de litres d'éthanol, soit 20 % de la consommation annuelle d'essence du Québec.

Toujours dans la problématique de l'approvisionnement en matières premières, certaines équipes de recherche québécoises travaillent à évaluer la sylviculture à courte rotation visant à produire de la fibre à pâtes et de la biomasse à des fins énergétiques comme la production d'éthanol-carburant. C'est le cas notamment à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) de l'Université de Montréal et au Resource Efficient Agricultural Production (REAP) à Sainte-Anne-de-Bellevue. Les essences à croissance rapide mises à l'essai sont le peuplier, le saule hybride et le panic érigé.

Le gouvernement suit de près les développements technologiques de cette filière afin de voir s'il serait possible d'utiliser économiquement ce type de biomasse en remplacement des grains ou céréales pour la production de bioéthanol et, le cas échéant, d'en favoriser le développement au Québec.

La filière d'éthanol-carburant à partir de la biomasse présente au Québec permettra de renforcer les secteurs forestier et agricole, contribuera à apporter une solution au problème de la gestion des déchets municipaux et stimulera l'économie des régions ressources.

En ce qui concerne Hydro-Québec, cette dernière a conclu en 2004 deux contrats (Kruger Bromptonville et Bowater Gatineau) pour de l'électricité produite à partir de la biomasse pour un approvisionnement de l'ordre de 0,1 TWh / an (soit 0,05% des besoins d'Hydro-Québec). Les livraisons débuteront en 2006 pour une période de 20 ans. Hydro-Québec entend ainsi tripler ses approvisionnements d'électricité à partir de biomasse pour atteindre un niveau d'approvisionnement de 0,3 TWh / an à compter de 2008.

En ce qui a trait à l'avenir rapproché, le gouvernement du Québec envisage d'autoriser Hydro-Québec Distribution à lancer un nouvel appel d'offres pour la production d'électricité à partir de la biomasse. Un décret en ce sens serait adopté au cours des prochains mois. Il y aurait pour 150 MW de projets prêts à être présentés à la société d'État, selon le Conseil de l'industrie forestière du Québec (CIFQ). Ainsi, le ministre des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, M. Claude Béchard, annonçait lors du congrès du CIFQ en mai 2007, qu'Hydro-Québec allait lancer un nouvel appel d'offres en 2007 pour des projets de cogénération à partir de la biomasse forestière.

Parmi les autres programmes d'Hydro-Québec, le PAMUGE – Programme d'amélioration majeure d'usine – vise à supporter les projets liés à la consommation d'électricité dans le secteur industriel et notamment la mise en œuvre des projets de cogénération :

- Programme d'aide financière visant à favoriser la sélection et la réalisation de projets d'envergure qui comportent des réductions considérables de la consommation d'électricité par rapport à d'autres projets stratégiques;
- Sont admissibles les projets de réduction de la consommation d'électricité annuelle globale d'au moins 50 GWh;
- Jusqu'à 30 M\$ d'aide financière par site ou abonnement.

Les projets admissibles portent sur :

- La génération ou cogénération d'électricité à partir de rejets ou de résidus de l'usine, dont la biomasse, entièrement destinée à l'autoconsommation;
- Le remplacement d'une ou de plusieurs lignes de production par une ou plusieurs nouvelles lignes plus efficaces;
- La modernisation d'une ou de plusieurs usines, y compris les procédés et les systèmes auxiliaires.

L'aide financière consiste :

- À ramener la PRI à 3 ans, limitée par le moindre des montants suivants :
 - Montant requis pour ramener la PRI à 3 ans;
 - 25 % des dépenses d'investissement admissibles du projet;
 - 07,5 \$ le kWh économisé pour une année complète d'opération;

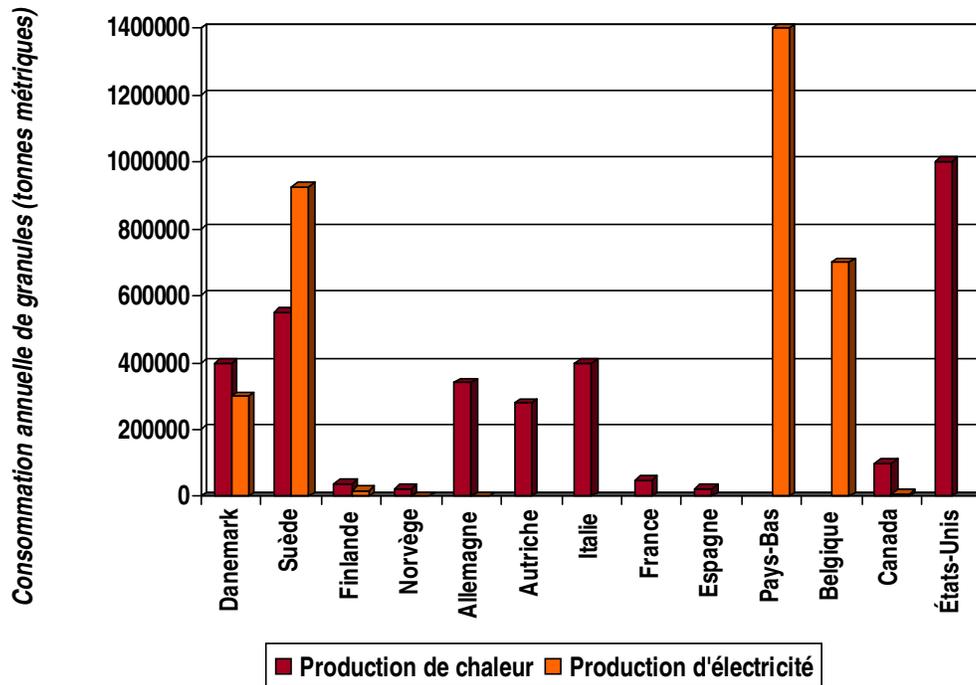
- 30 M\$ par projet.
- La contribution minimale du client doit être de 50 %;
- Plafond de 30 M\$ par site ou abonnement.

Au niveau de l'industrie des granules et bûches de bois densifié, aucune mesure fiscale ni incitatif financier ne sont prévus par le gouvernement du Québec pour supporter le développement de ce secteur. La situation est similaire à l'échelle canadienne en ce sens qu'aucune politique nationale ni mesure incitative visant à encourager la production ou l'utilisation de granules et bûches de bois densifié, n'a été proposée ni adoptée. Seules les considérations économiques telles le coût des sources d'énergie alternatives pourraient amener une croissance notable de la demande pour les granules de bois.

À ce niveau, un seul projet a été identifié qui pourrait générer le développement de nouveaux créneaux de marché. En Ontario, où le prix de l'électricité au tarif domestique est en moyenne de 0,11 \$ / kWh (comparativement à 0,051 \$ / kWh en moyenne au Québec), les centrales électriques au charbon mènent des recherches actuellement pour utiliser les granules de bois comme matière première. Ces recherches pourraient aboutir à de nouvelles opportunités de marché au Canada dans le segment des centrales électriques d'ici 2010.

En Europe, plusieurs centrales électriques utilisent en partie les granules comme matière première, notamment en Suède, aux Pays-Bas, au Danemark et en Belgique.

Figure 4.4 – Consommation comparative de granules pour des fins de production de chaleur et d'électricité dans quelques pays européens



Source : Intl. Pellet Industry Workshop, Wels 2006, ProPellets Austria.

4.2 Comparaison avec les autres pays où la bioénergie est en émergence

Le développement de l'industrie de la bioénergie en Europe est directement lié à l'adoption de politiques énergétiques et à l'importance que donnent les politiciens à des enjeux comme les changements climatiques, l'utilisation des sols, la diminution de la dépendance aux sources d'énergie fossiles et la qualité de l'environnement. L'essentiel de cette politique énergétique européenne est présenté dans le livre blanc « Énergie pour l'avenir : Les sources d'énergie renouvelables » (SER) de la commission européenne.

Pour le secteur des SER dont la biomasse, la cible consiste à tripler les volumes utilisés en 1997 d'ici 2010 pour atteindre une pénétration minimale de 12 % des SER dans l'Union européenne. Pour 2020, l'objectif est d'atteindre le seuil des 20 %. Différentes mesures incitatives ont été et seront adoptées par les états membres pour atteindre la cible.

L'augmentation à moyen et long termes des budgets alloués aux SER créera de nouvelles possibilités de marché et la croissance du secteur des énergies vertes. Des mesures telles que des subventions à l'adoption de nouvelles technologies, la levée de barrières réglementaires, l'obligation d'acheter des sources d'énergie vertes, la taxation des sources d'énergie fossiles, etc. auront des impacts positifs sur le développement de la filière verte.

De telles mesures ont déjà été adoptées en Europe et la volonté politique existe pour une intensification de ces mesures et un accroissement du poids de la filière bioénergétique dans le bilan énergétique européen.

Il en va autrement en Amérique du Nord où les mesures incitatives au recours de sources énergétiques d'origine biologique s'avèrent limitées. Les coûts de production des énergies renouvelables y sont relativement élevés et peu compétitifs face aux énergies conventionnelles. Les gouvernements ont donc dû mettre en place des régimes d'aide pour encourager le développement de la production d'électricité à partir de SER.

Le plan d'action de la politique énergétique européenne vise à offrir aux SER des débouchés équitables sur les marchés sans contrainte financière excessive. Pour ce faire, une liste de mesures prioritaires a été établie, parmi lesquelles figurent (et les sous-points suivants plus spécifiques à la biomasse forestière) :

- L'accès non discriminatoire au marché de l'électricité :
 - Priorité donnée aux énergies issues de sources renouvelables;
 - Différents systèmes de préférences en faveur de l'électricité produite à partir de SER (prime reflétant les avantages sociaux et écologiques des SER, allègements fiscaux, etc.).
- Des mesures fiscales et financières liées aux avantages environnementaux des SER :
 - Tarifs verts;
 - Réduction de la fiscalité sur les produits énergétiques issus de SER;
 - Assouplissement des formules d'amortissement;
 - Aide au démarrage de nouveaux sites de production de SER;
 - Allègement fiscal pour les organismes finançant les SER;
 - Incitatifs financiers aux consommateurs pour l'achat d'équipement et services liés aux SER.
- Des initiatives nouvelles dans le domaine de la bioénergie pour le transport, la production de chaleur et d'électricité et, en particulier, des mesures spécifiques pour augmenter la part de marché des biocarburants, pour promouvoir le biogaz et pour développer les marchés de la biomasse solide :
 - Promotion des mesures suivantes pour développer davantage les SER :
 - Cogénération en remplacement des combustibles fossiles dans les centrales à charbon et dans les réseaux de chauffage urbains existants;
 - Nouveaux réseaux de chauffage et climatisation urbaine qui serviront de débouchés à la cogénération à partir de biomasse;

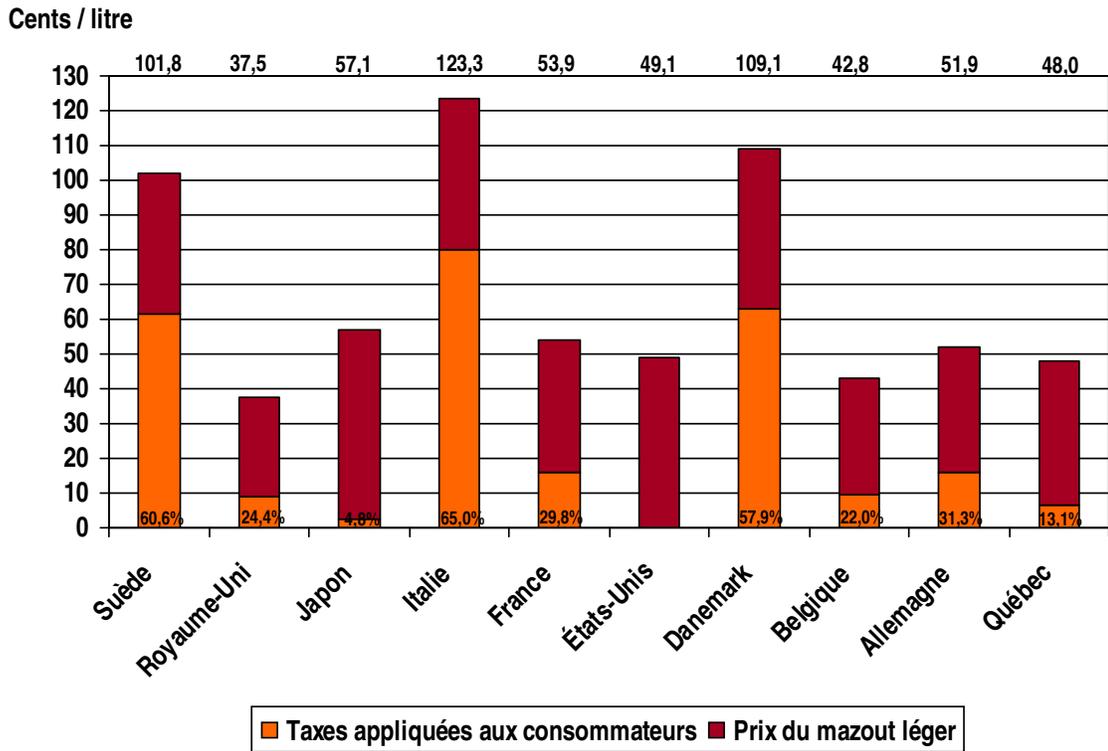
- L'amélioration de l'accès aux combustibles revalorisés tels que les copeaux de bois et les granulats, et l'exploitation plus intensive des résidus des industries forestières.
- La promotion des SER dans le secteur de la construction, tant pour rénover que pour équiper de nouveaux bâtiments :
 - Utilisation accrue des SER dans le secteur du bâtiment.

Tableau 4.2 – Classification des politiques énergétiques européennes en faveur des SER

		DIRECTES		INDIRECTES
		PRIX	QUANTITÉ	
Réglementaires	Investissements	Subventions	Appel d'offres	Taxes environnementales
		Incitatifs fiscaux		
	Production	Tarifs	Appel d'offres	
		Incitatifs fiscaux	Quotas	
	Incitatifs tarifaires			
Volontaires	Investissements	Programmes d'actionariat		Ententes volontaires
		Programmes contribution		
	Production	Tarifs « vert »		

Les figures 4.5 à 4.8 démontrent que les prix de l'énergie sont relativement bas au Québec par rapport à d'autres régions du monde. Ainsi, en Europe, les prix élevés de l'énergie combinés à l'adoption de différentes politiques énergétiques ont contribué au développement des marchés pour les granules en bois densifié.

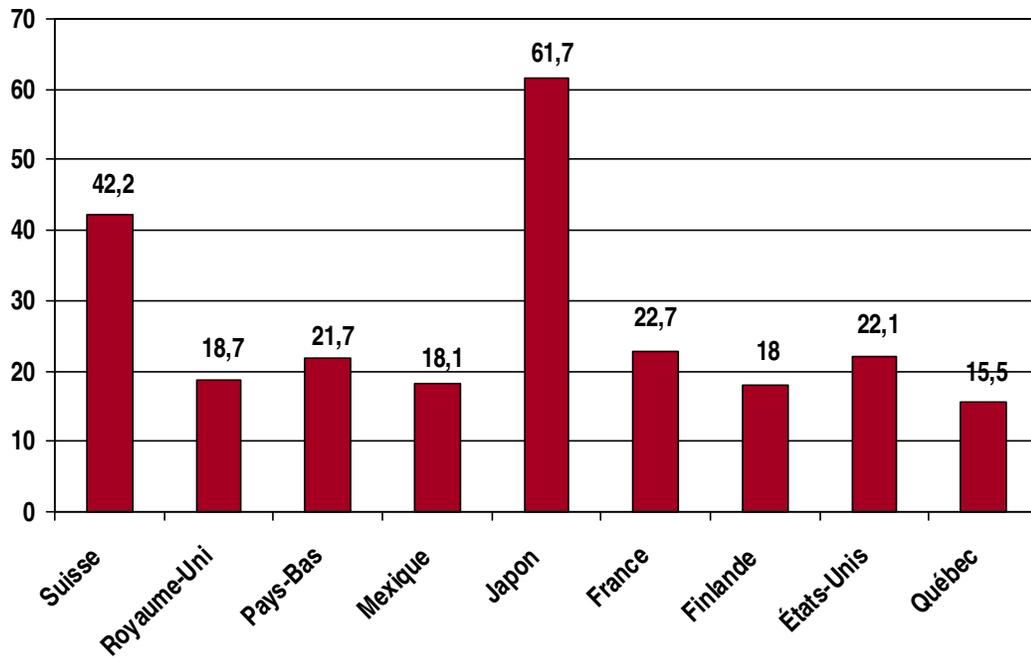
Figure 4.5 – Prix du mazout léger dans le monde (Québec et certains pays industrialisés), 2002



Source : MRNF, L'énergie du Québec, édition 2004.

Figure 4.6 – Prix du gaz naturel dans le monde (Québec et certains pays industrialisés), Secteur industriel, 2002

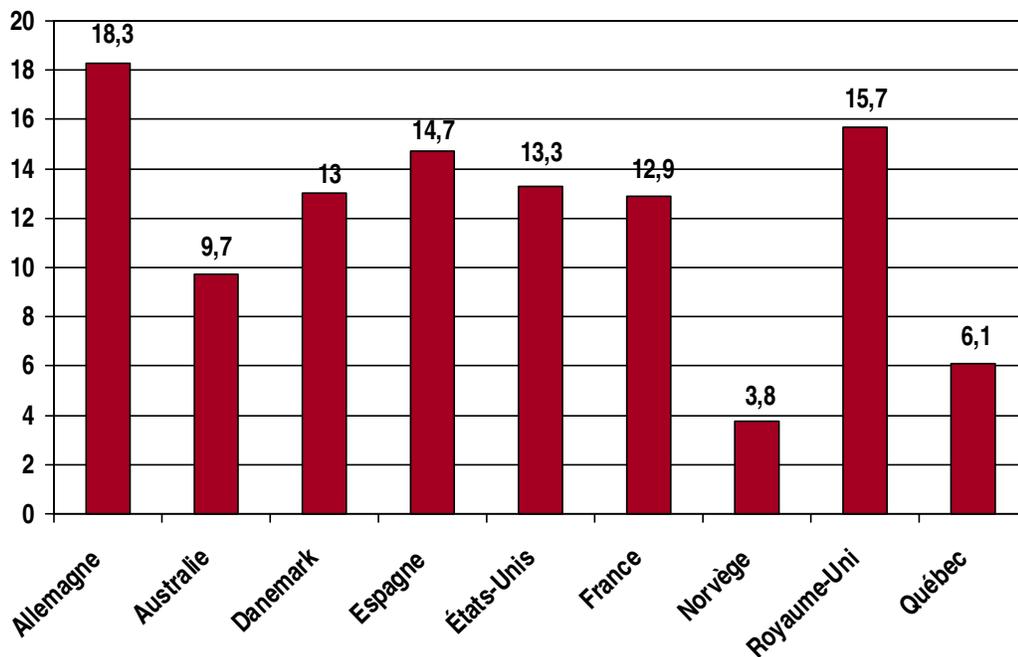
En cents par m³



Source : MRNF, L'énergie du Québec, édition 2005.

Figure 4.7 – Prix de l'électricité dans le monde * (Québec et certains pays industrialisés), Secteur résidentiel, 2002

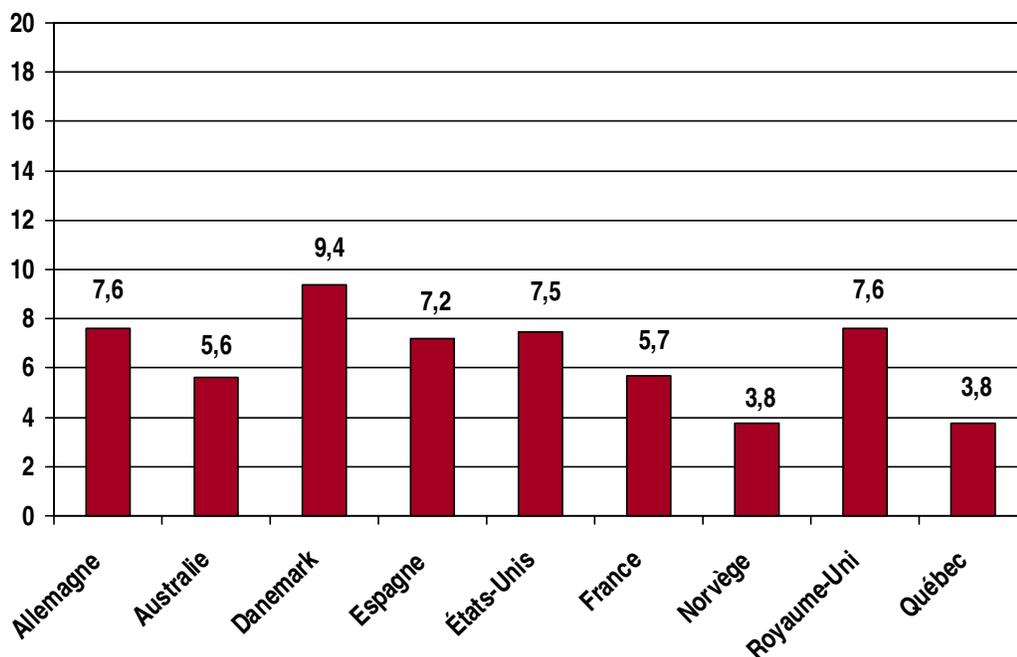
En cents par kWh



* : Ce prix correspond au revenu unitaire moyen des ventes d'électricité et ne comprend pas la taxe de vente.
Sources : Hydro-Québec et Agence internationale de l'énergie.

Figure 4.8 – Prix de l'électricité dans le monde * (Québec et certains pays industrialisés), Secteur industriel, 2002

En cents par kWh



* : Ce prix correspond au revenu unitaire moyen des ventes d'électricité et ne comprend pas la taxe de vente.
Sources : Hydro-Québec et Agence internationale de l'énergie.

Enfin, selon le *Department of Energy* du gouvernement américain, les prix de l'électricité pour le secteur résidentiel dans le Nord-est des États-Unis devraient augmenter de 3% à 4% par année d'ici 2008, alors que les prix du pétrole devraient rester relativement stables.

Le tableau 4.3 indique que **le prix de l'électricité, secteur résidentiel, dans le Nord-est des États-Unis**, le marché de prédilection pour les manufacturiers québécois de granules, varie entre 13 et 17 ¢ US/kWh, soit en moyenne près de **trois fois celui du Québec**.

Tableau 4.3 – Prix moyen de l'électricité, secteur résidentiel, aux États-Unis (Cents US / kWh)

RÉGIONS	2006	2007	2008
Nouvelle Angleterre	16,22	16,90	17,40
Middle Atlantic	13,32	13,77	14,17
Nord-Est Centre	9,22	9,75	9,78
Nord-Ouest Centre	8,11	8,12	8,26
Atlantique Sud	9,77	9,93	10,28
Sud-Est Centre	8,13	8,22	8,45
Sud-Ouest Centre	11,35	11,77	12,13
Rocheuses	8,96	9,15	9,42
Pacifique	11,62	11,65	12,21
Total :	10,40	10,67	10,97

Source : DOE

La commission européenne mène des campagnes pour le décollage des SER. Ces campagnes ont pour objet de stimuler la réalisation de projets d'envergure dans différents secteurs des énergies renouvelables. Plusieurs actions-clés seront soutenues pendant cette campagne :

- Installation d'un million de systèmes photovoltaïques dont 500 000 à intégrer aux toits et façades destinés au marché intérieur de l'Union (coût d'investissement total : 1,5 milliard d'euros) et 500 000 destinés à l'exportation pour donner notamment une impulsion à l'électrification décentralisée des pays en développement;
- 10 000 MW générés par de grands parcs éoliens;
- 10 000 Mwth générés par des installations de biomasse;
- Intégration à titre pilote des SER dans 100 communautés, régions, agglomérations, îles, etc.

Étant donné qu'elle peut largement contribuer à la sécurité de l'approvisionnement, la biomasse est devenue un élément important des politiques énergétique, environnementale et agricole de la communauté européenne. Bien qu'il y ait eu des progrès, ceux-ci restent insuffisants selon la commission européenne étant donné le potentiel de la biomasse et les technologies disponibles. Il est nécessaire, selon la commission, de faire circuler davantage les connaissances et les informations au sein de l'Union et d'entamer des campagnes de promotion soulignant les aspects énergétiques, environnementaux et économiques de la technologie.

La Commission estime qu'à l'avenir les efforts devront essentiellement porter sur l'élaboration des stratégies et objectifs spécifiques pour les sous-secteurs dans les États membres, la promotion de la biomasse, les mesures concernant le secteur du bâtiment, l'échange de bonnes pratiques afin d'homogénéiser les mesures volontaristes nationales, et la suppression des entraves juridiques et

administratives accompagnées par les instruments commerciaux innovants au niveau communautaire, en particulier le domaine fiscal.

Tableau 4.4 – Politiques de l’Europe des 15 en faveur du développement des SER

PAYS	SUBVENTIONS EN CAPITAL À L’ACHAT D’ÉQUIPEMENTS	TARIFS PRÉFÉRENTIELS	CERTIFICATS « VERTS » / OBLIGATIONS	APPEL D’OFFRES	INCITATIFS FISCAUX
Autriche	X	X	X		X
Belgique	X	X	X		X
Danemark	X	X			X
Finlande	X				X
France	X	X		X	X
Allemagne	X	X			X
Grèce	X	X			X
Irlande	X			X	X
Italie	X	X	X		X
Luxembourg	X	X			
Pays-Bas	X	X	X		X
Portugal	X	X			X
Espagne	X	X			X
Suède	X		X		X
Royaume-Uni	X		X		X

4.3 Applicabilité au Québec des politiques énergétiques étrangères sur la bioénergie

L’applicabilité au Québec des politiques énergétiques étrangères sur la bioénergie serait très difficile en raison des différences majeures qui existent au niveau des coûts des sources d’énergie traditionnelles. Le Québec est très favorisé à cet égard avec des coûts parmi les plus faibles pour sensiblement toutes ces sources d’énergie. Par conséquent, la motivation de base de la majorité des pays ayant adopté des politiques énergétiques favorisant la bioénergie ne s’applique pas actuellement au Québec.

De plus, la « conscience environnementale » n’est pas aussi développée au Québec qu’elle l’est en Europe en particulier, là où elle constitue la deuxième source de motivation pour de telles politiques. Ainsi, on ne peut s’attendre à des changements significatifs à court terme qui pourraient favoriser la bioénergie.

5 Marchés

Cette étude exploratoire de marché concerne les produits énergétiques à base de bois densifié à savoir les granules de bois et les bûches de bois densifié. Les principaux objectifs spécifiques de l'étude exploratoire de marché sont les suivants :

- Évaluer la taille des marchés par segment géographique et par produit ciblé (granules et bûches) pour les secteurs résidentiel, commercial / institutionnel et industriel pour la période 2006 – 2010;
- Identifier les principaux manufacturiers québécois de granules et bûches œuvrant sur les marchés ciblés (actuels et à l'état de projet);
- Définir les réseaux de distribution utilisés et les prix payés pour les granules et bûches;
- Identifier les tendances de l'offre et de la demande pour les granules et bûches;
- Déterminer la stratégie de mise en marché des bûches et des granules sur le marché nord-américain et européen, tant résidentiel que commercial / institutionnel et industriel;
- Évaluer la réceptivité des distributeurs pour de nouveaux fabricants.

La méthodologie utilisée pour réaliser cette étude de marché repose sur :

- Une analyse d'écart (gap analysis) entre les objectifs poursuivis par cette étude de marché et les données secondaires disponibles (rapports, statistiques, études, etc.), notamment les actes des conférences des *European Pellets Conferences* 2006 et 2007;
- Des entrevues personnelles et téléphoniques auprès :
 - D'experts sectoriels;
 - De fabricants québécois de granules et de bûches de bois densifié;
 - D'agents, de distributeurs, de détaillants et de clients de granules et bûches de bois densifié.

5.1 Introduction

L'utilisation des granules de bois (terminologie anglaise « pellets » ou « refined biomass ») pour des fins énergétiques est de plus en plus populaire en Amérique du Nord et en Europe. La technologie et les produits ont été développés dans les années 1970 et 1980, et les produits (poêles et granules) ont fait leur apparition sur les marchés vers la fin des années 1980. Les granules de bois sont habituellement fabriquées à partir de sciures et de fines particules de bois et elles sont commercialisées à grande échelle en Amérique du Nord et dans plusieurs pays européens, notamment en Suède, en Allemagne, en Autriche, au Danemark et en



Italie. Alors qu'en Amérique du Nord l'utilisation des granules concerne principalement le segment résidentiel (systèmes de chauffage central ou chauffage d'appoint), les granules de bois sont utilisées dans une multitude d'applications en Europe : centrales de chauffage municipal (« district heating »), chauffage industriel et commercial, centrales énergétiques, systèmes de chauffage résidentiel individuel, etc.

Les principaux avantages de densifier les résidus de bois en granules ou en bûches sont les suivants :

- Augmentation de la valeur calorifique;
- Manutention plus facile;
- Augmentation du rayon de transport économique;
- Plus facile et plus propre à entreposer;
- Uniformité du produit;
- Meilleure fluidité dans les systèmes automatiques d'alimentation des systèmes de chauffage;
- 50 % moins d'émissions de particules que les bûches traditionnelles.

La hausse des coûts de l'énergie (électricité, mazout, gaz naturel) et les politiques énergétiques européennes favorisant le recours à des sources d'énergie « vertes » ont contribué au développement rapide des marchés pour les granules de bois en Europe. En Amérique du Nord, c'est la hausse des coûts de l'énergie qui a permis le développement du marché, principalement aux États-Unis. Ainsi, dans le Nord-est des États-Unis, le coût de l'électricité pour le secteur résidentiel est de trois à quatre fois supérieur à celui qui prévaut actuellement au Québec.

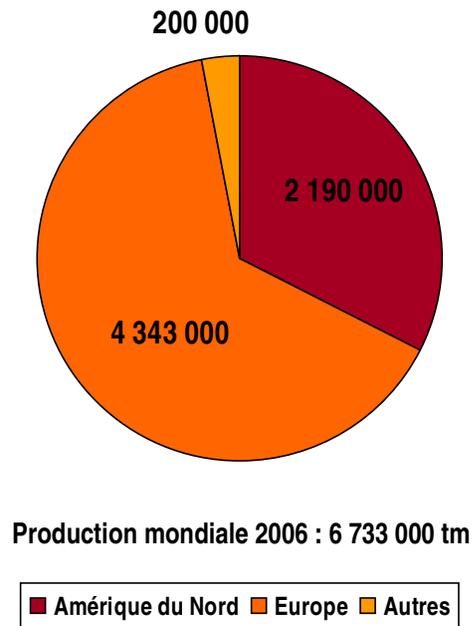
Alors que les granules de bois se situent comme un produit en croissance sur la courbe de cycle de vie du produit, la bûche de bois densifié n'a pas connu la même progression : on parle encore d'un produit en phase d'introduction et de marchés émergents tant en Europe qu'en Amérique du Nord.

5.2 Marchés des granules de bois

5.2.1 Marché mondial

La *Wood Pellet Association of Canada* (WPAC) estime la production mondiale de granules en 2006 à 6,733 millions de tonnes métriques (tm). L'Amérique du Nord représente 32,5% de la production mondiale.

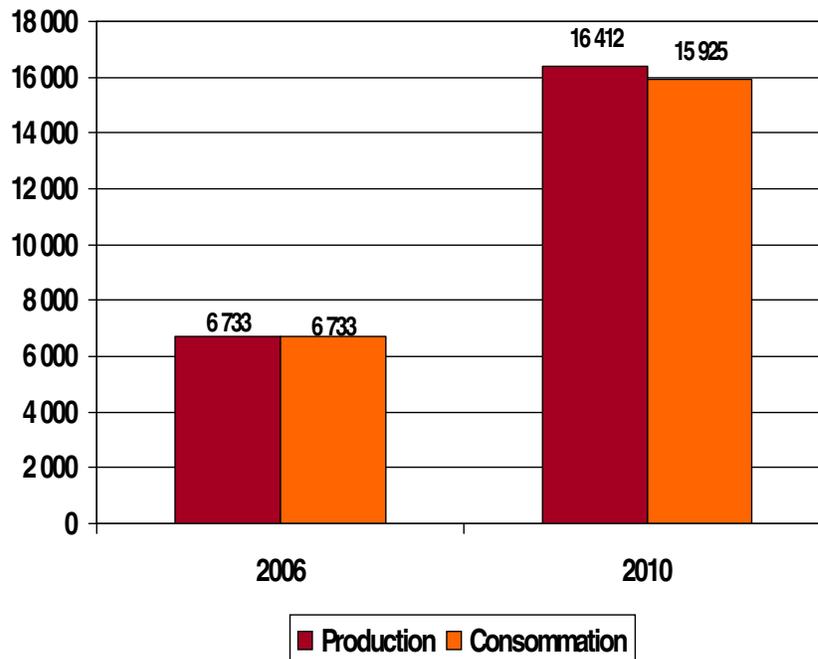
Figure 5.1 – Production mondiale de granules de bois, 2006 (tm)



Source : WPAC.

La production mondiale de granules devrait atteindre 16,412 millions de tm en 2010, soit un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 25%.

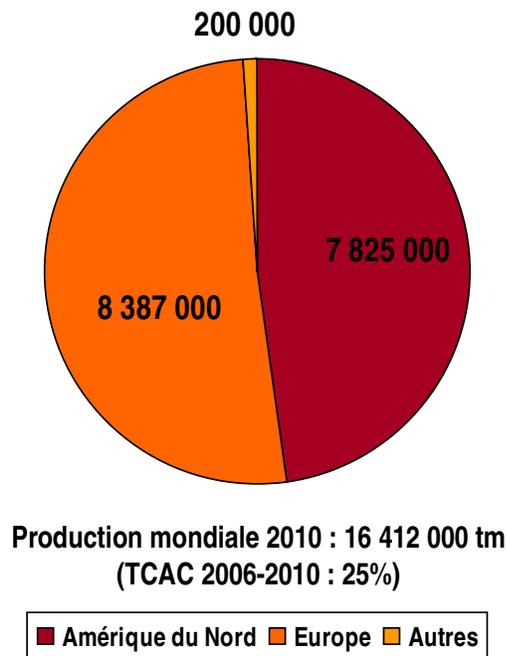
Figure 5.2 – Production et consommation mondiale anticipée de granules de bois en 2010 ('000 tm)



Source : WPAC.

La part de marché des producteurs nord-américains devrait passer de 32,5% en 2006 à 47,7% en 2010.

Figure 5.3 – Production mondiale anticipée de granules de bois en 2010 (tm)

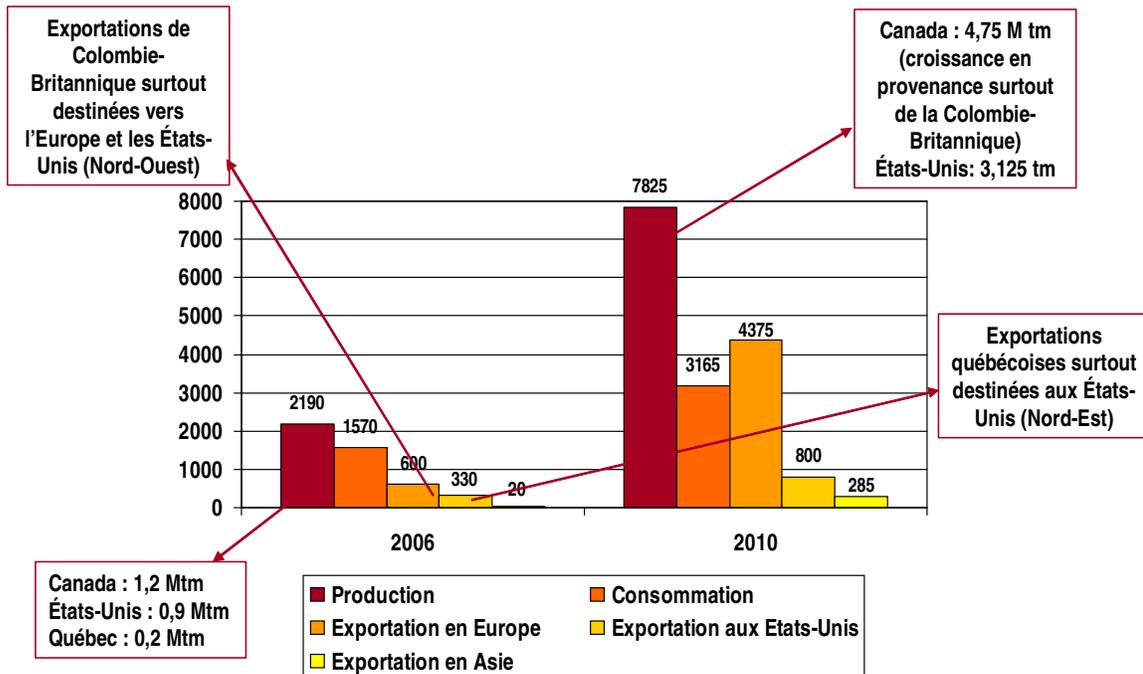


Source : WPAC.

Le Canada est un exportateur net de granules de bois. En 2006, 43% de la production était exportée en Europe (27%), aux États-Unis (15%) et en Asie (marginal). Les exportations devraient atteindre près de 70% de la production canadienne en 2010.

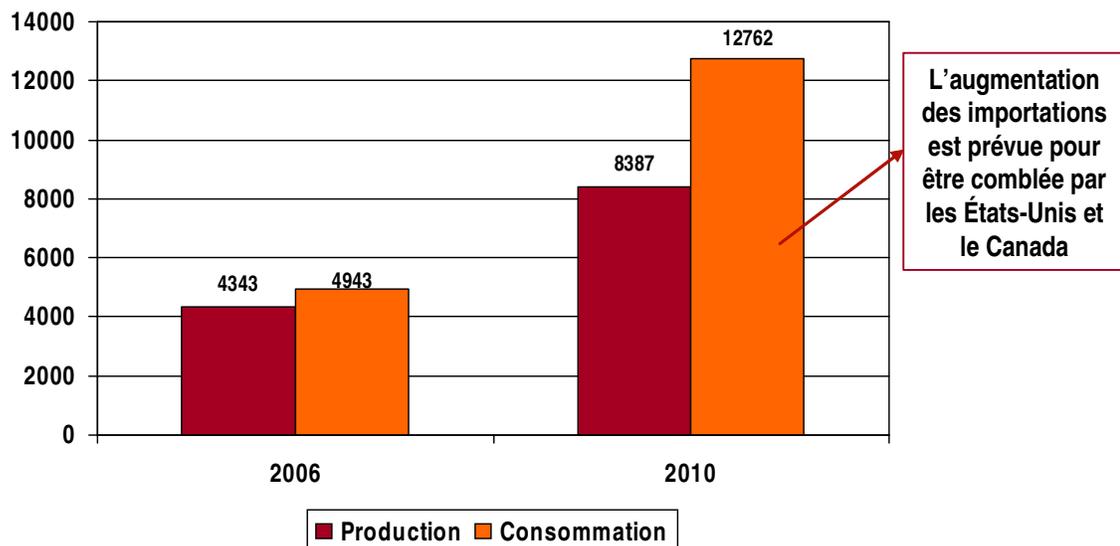
Les exportations nord-américaines de granules vers l'Europe passeront de 600 000 tm en 2006 à 4,375 millions tm en 2010. Le marché européen offre donc un potentiel de marché substantiel pour les producteurs nord-américains.

Figure 5.4 – Production et consommation de granules de bois en Amérique du Nord (Extrapolation du scénario actuel) ('000 tm)



Source: WPAC

Figure 5.5 – Production et consommation de granules de bois en Europe (Extrapolation du scénario actuel) ('000 tm)



Source : WPAC

5.2.2 Marché nord-américain

a) Production

Le marché de la bioénergie en général et celui des granules de bois en particulier ont connu une forte croissance en Amérique du Nord tout comme en Europe. Contrairement à l'Europe, la demande en Amérique du Nord est moins encouragée par les politiques énergétiques que par l'augmentation constante du prix du pétrole et de l'électricité.

Selon la WPAC, il existe présentement 23 usines de granules de bois au Canada (25 en 2007) ayant une production totale de 1,2 million tm (1,4 million tm en 2007).

- Les premières usines de granules ont été installées à la fin des années 1980, début des années 1990 dans l'Ouest du Canada;
- Les premières exportations vers l'Europe ont eu lieu en 1998;
- La première association sectorielle a vu le jour en 1996, la *BC Pellet Fuel Manufacturer*, renommée et réorganisée en 2006 sous la *Wood Pellet Association of Canada*;
- Les membres de l'Association représentent plus de 85 % de la production canadienne.

Toujours selon la WPAC, on retrouve quelque 60 usines de fabrication de granules aux États-Unis :

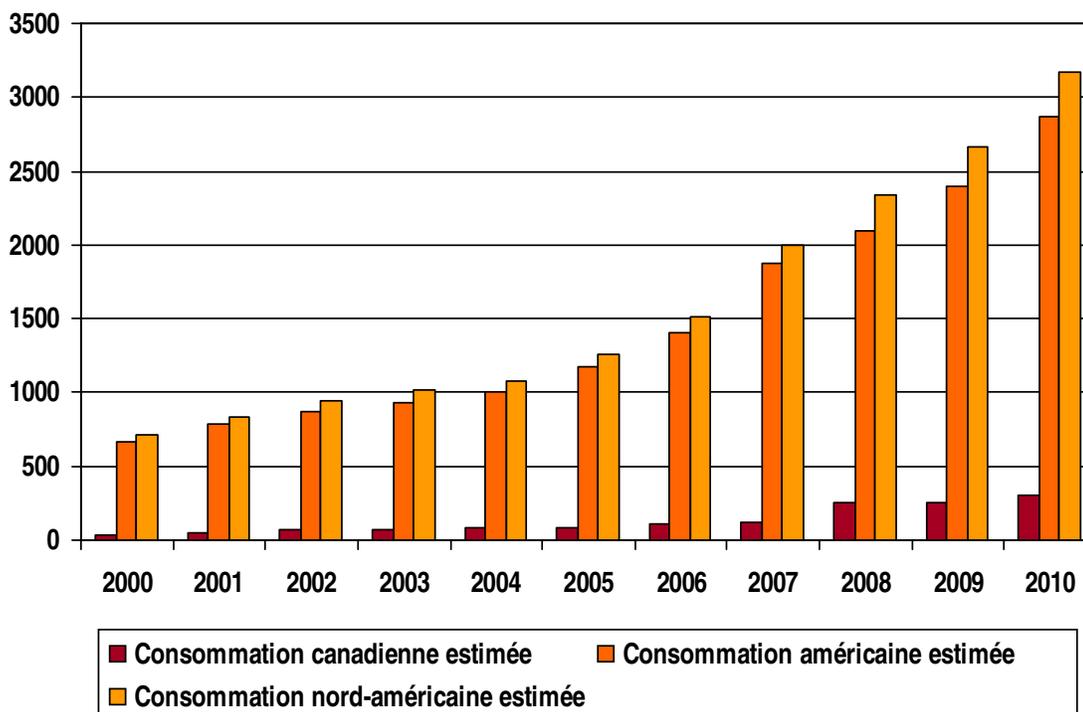
- Leur production a atteint quelque 800 000 tonnes en 2006;
- Leur production est dédiée au marché résidentiel américain (sacs de 40 lb);
- 25 nouvelles usines verront le jour en 2007, dont trois seront dédiées exclusivement au marché d'exportation (Europe).

b) Consommation

i) Granules

La consommation nord-américaine de granules de bois est passée de quelque 700 000 tonnes métriques en 2000 à 1,5 million de tonnes métriques en 2006. La consommation nord-américaine devrait atteindre 2,870 millions de tonnes métriques en 2010, soit un TCAC de près de 18%.

Figure 5.6 – Évolution de la consommation nord-américaine de granules de bois 2000-2010 ('000 tm)



Source : WPAC

ii) Poêles et foyers

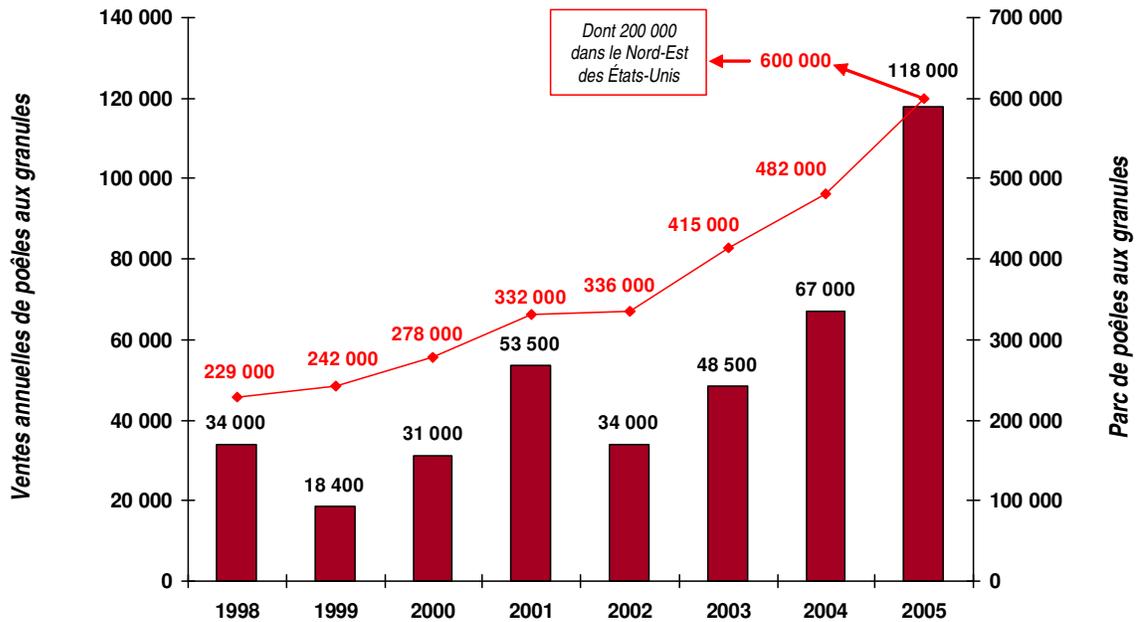
En 2005, les ventes de poêles, foyers, fournaies et bouilloires à granules aux États-Unis ont atteint 118 000 unités. Les ventes devraient passer à 150 000 et 185 000 unités respectivement en 2006 et en 2007.

Les principaux facteurs supportant cette croissance fulgurante des appareils de chauffage aux granules sont :

- La hausse des coûts de l'énergie (électricité, mazout) : par exemple, le coût de l'électricité dans les états du Nord-Est des États-Unis est de l'ordre de l'ordre de 0,15 – 0,16 \$ US/kWh;
- La notoriété grandissante des produits;
- Le positionnement « vert » des granules;
- L'amélioration des technologies des appareils de chauffage aux granules.

En 2005, plus de 600 000 foyers en Amérique du Nord étaient munis d'un équipement de chauffage de granules de bois dont le tiers se retrouvait dans la région du Nord-est des États-Unis.

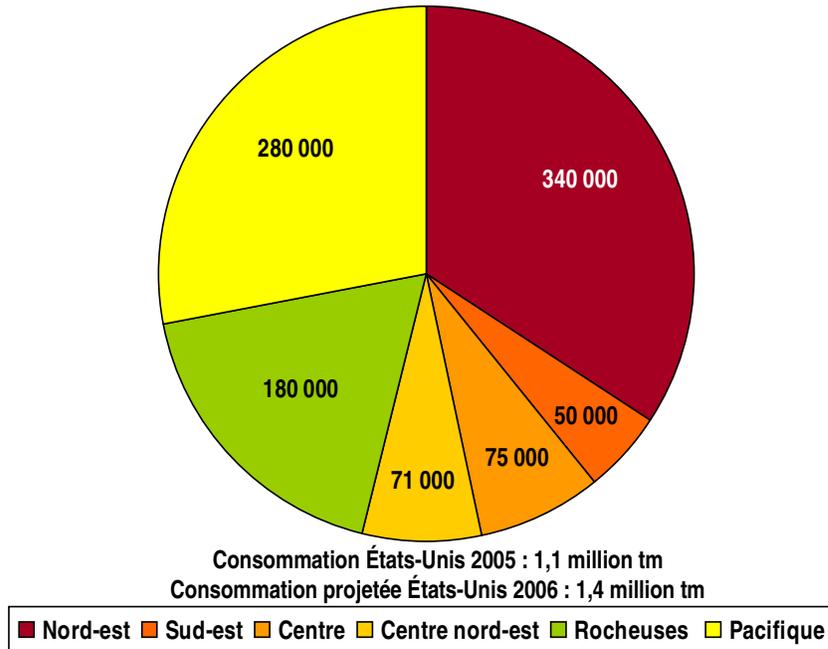
Figure 5.7 – Évolution des ventes annuelles de poêles à granules et du parc de poêles à granules aux États-Unis



Source : Pellet Fuels Institute et Bear Mountain Forest Products.

Selon *Bear Mountain Forest Products*, la consommation de granules de bois aux États-Unis en 2006 sera d'environ 1,4 million de tonnes : le Nord-est est le plus gros marché régional avec une consommation d'environ 340 000 tonnes en 2005. Il ressort que les régions les plus nordiques et les plus rapprochées de la ressource sont celles où la consommation est la plus élevée.

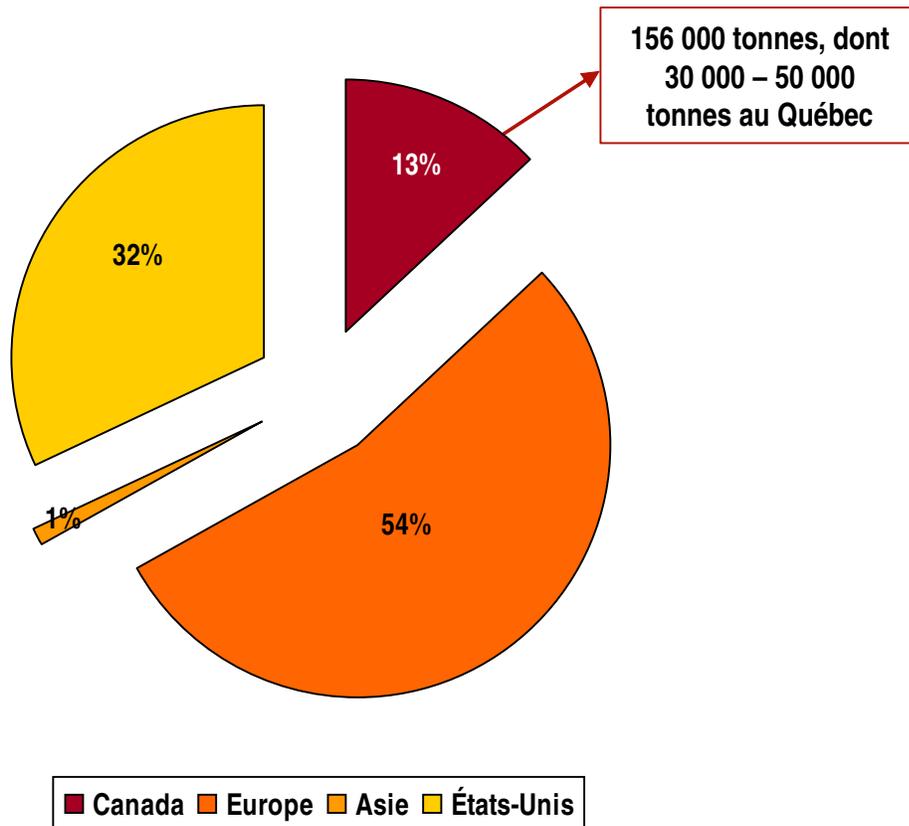
Figure 5.8 – Consommation de granules de bois aux États-Unis en 2005, par région (tonnes)



Source : Bear Mountain Forest Products.

Comme l'indique la figure 5.9, la production canadienne est principalement destinée aux marchés d'exportations.

**Figure 5.9 – Ventes canadiennes de granules de bois en 2006
(Total 1,2 million de tonnes)**



Source : Bear Mountain Forest Products, Stan Elliot.

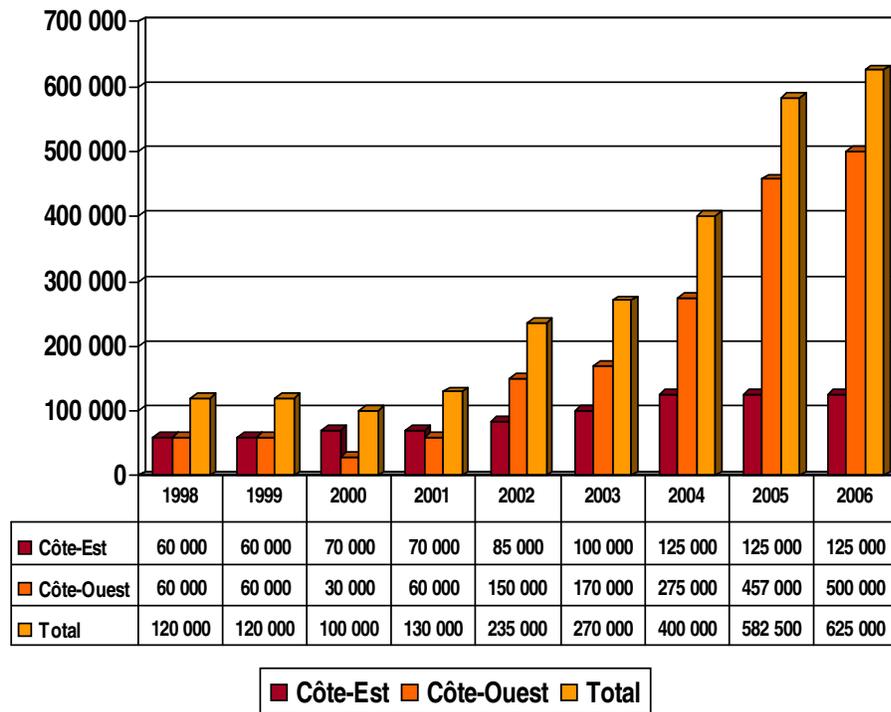
c) Exportations canadiennes de granules vers l'Europe

Les exportations canadiennes de granules vers l'Europe ont atteint 600 000 tonnes en 2006. Ces exportations proviennent à 80% de la côte Ouest et à 20% de la côte Est.

La production canadienne devrait passer de 1,2 million de tonnes en 2006 à 6,0 millions de tonnes en 2010 et les exportations vers l'Europe devraient alors atteindre 4,375 millions de tonnes, principalement en provenance de la Colombie-Britannique.

Le port de Rotterdam (Pays-Bas) constitue la plaque tournante des importations de granules en Europe en provenance du Canada. Un certain volume transite également par les ports de Belgique (Anvers notamment), de Suède et du Danemark (centrales énergétiques localisées au bord de la mer dans ces deux derniers cas avec infrastructures portuaires).

Figure 5.10 – Exportations canadiennes de granules outre-mer



Source : WPAC

d) Industrie québécoise des granules de bois

L'industrie des granules de bois au Québec existe depuis le début des années 1980, particulièrement avec la construction de l'usine de Bio-Shell à Lac Mégantic, maintenant Energex inc., et qui demeure la plus grosse usine de production actuellement. Les années suivantes ont vu plusieurs entreprises participer au marché. Le Québec compte actuellement cinq usines de fabrication de granules de bois, dont trois sont intégrées à un complexe de deuxième transformation du bois. Ces six usines auraient consommé 213 000 tonnes métriques anhydres de sous-produits des usines de seconde transformation en 2006 et auraient produit quelque 213 000 tonnes métriques anhydres de granules. La production est destinée à 75% au marché résidentiel (Premium), à 20% au marché industriel (Standard) et à 5% au marché de la litière pour animaux. Leur capacité de production serait de l'ordre de 330 000 tm /an : elles fonctionneraient donc à seulement 65% de leur capacité.

Tableau 5.1 – Capacité de production des fabricants québécois de granules

Granules combustibles Energex inc. :	50 000 tm / an résidentiel
	60 000 tm / an industriel
Total :	110 000 tm/an
Granules L.G. inc.	100 000 tm / an résidentiel
Bois Énergétique Recyclé Lauzon inc. (2 usines)	70 000 tm / an résidentiel
Granules mauriciennes	n.d.
Granules boréales	n.d.
Total :	<u>330 000 tm / an</u>

Au Québec, le MRNF estime que le potentiel d'expansion de la production de granules est limité en raison du manque de disponibilité nette de sous-produits d'usine qui représentent la matière première la moins dispendieuse en termes de coût d'achat et de transformation. L'industrie des panneaux composites est très présente et la compétition pour la sciure et la planure est féroce. On peut quand même soupçonner qu'il pourrait y avoir un transfert de fibre de l'industrie des panneaux vers le secteur énergétique si les coûts de l'énergie continuent à augmenter et si la demande et le prix des granules augmentent. Cela occasionnerait toutefois une augmentation du coût de cette matière première et pourrait rendre ces deux industries moins compétitives sur leurs marchés respectifs.

Pour le moment, seul Énergex produit des granules de type industriel à base de fibre de bois et d'écorces (exportées aux États-Unis et en Europe pour des applications industrielles).

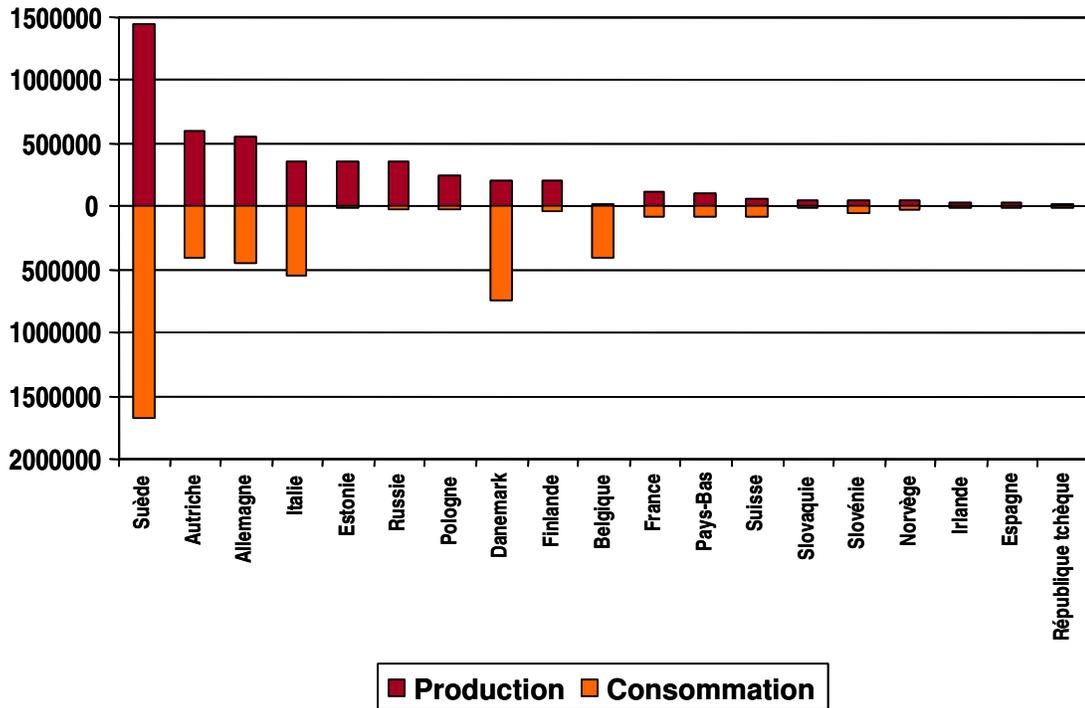
5.2.3 Marché européen

a) Production

Le continent européen comptait 115 usines de fabrication de granules en 2003. Les principaux producteurs de granules en ordre décroissant d'importance sont la Suède, l'Autriche, l'Allemagne et l'Italie. Le Danemark, la Belgique, les Pays-Bas, l'Italie et la Suède sont les plus importants importateurs de granules.

La production européenne de granules de bois était estimée à 4,334 millions tm en 2006.

Figure 5.11 – Production et consommation européenne de granules par pays ('000 tm)

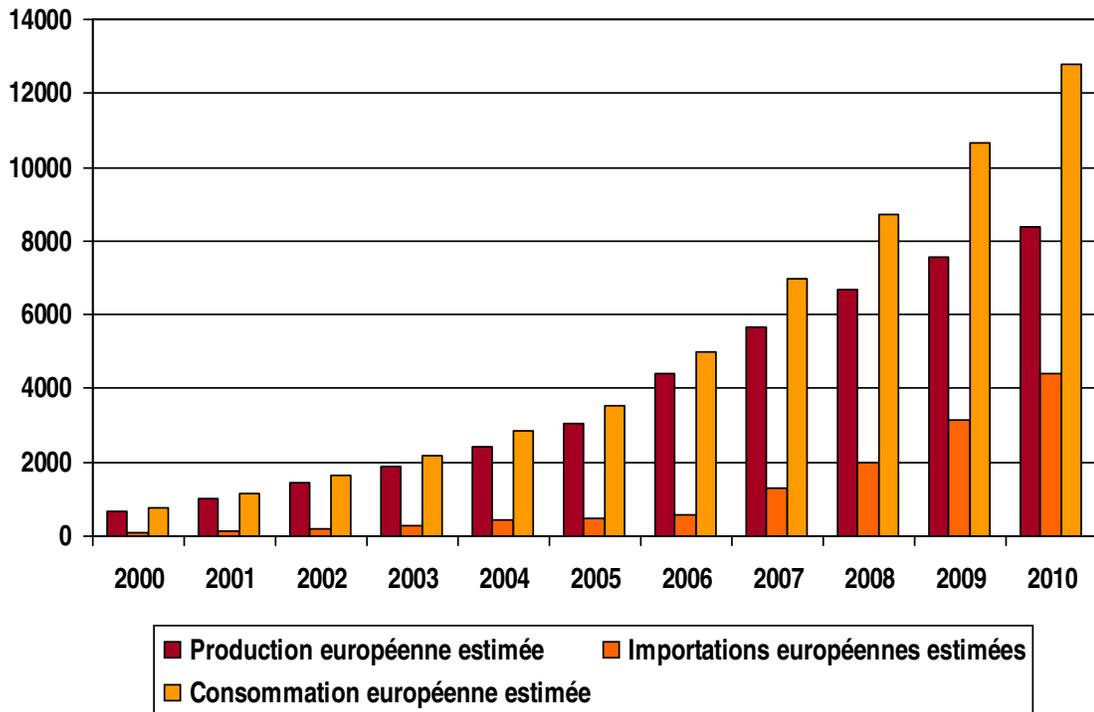


Source : ESV data collection.

b) Consommation

La consommation européenne de granules de bois était estimée à près de 5 millions de tm en 2006 (production 4,4 millions de tm, importation nord-américaine 0,6 M tm). La consommation atteindra 12,8 millions de tm en 2010 (production 8,4 millions de tm, importations nord-américaines 4,4 millions de tm), soit un TCAC de l'ordre de 26%.

**Figure 5.12 – Consommation européenne de granules 2000-2010
(‘000 tm)**



Les plus importants clients de granules de bois en Europe sont :

- Essent (Pays-Bas) : 640 000 tm (granules bois et agricoles).
- Dong Energy (Danemark) : 300 000 tm.
- Vattenfall (Danemark) : 150 000 tm (granules bois et pailles).
- Electrabel (Belgique) :
 - Centrale Rodenhuize : 350 000 tm
 - Centrale Awirs : 350 000 tm

L'annexe 1 présente une liste des plus importants importateurs européens de granules. Ces entreprises achètent de plusieurs sources notamment du Canada mais également de la Finlande, de la Norvège, de la Russie et des pays baltes (Estonie, Lettonie, Lituanie, etc.).

5.3 Réseaux de distribution et prix des marchés

5.3.1 Québec

Au Québec, la granule de bois est dédiée uniquement au marché résidentiel en sacs de 40 lb. On retrouve essentiellement sur le marché des granules *Premium*. Les produits sont vendus au détail dans les établissements commerciaux spécialisés dans la vente de poêles et foyers, notamment les quincailleries de moyenne surface dotées d'un département de poêles et foyers.

Le prix de vente au détail des granules est relativement stable et se situe approximativement à 190-200 \$ CA / tonne (3,85-3,95 \$ CA / sac de 40 lb). Les commerçants sont approvisionnés directement par les manufacturiers de granules. **Le prix de vente FAB usine des producteurs de granules est de l'ordre de 145-160 \$ CA / tonne.**

5.3.2 Nord-est des États-Unis

On retrouve sensiblement la même structure de distribution dans le Nord-Est des États-Unis. Cependant, comme les volumes commercialisés sont beaucoup plus élevés, les grandes surfaces comme Home Depot, Lowe's et Wal-Mart distribuent les granules de bois. Les prix des granules de bois fluctuent davantage dans le Nord-est des États-Unis en fonction de l'offre et de la demande, du niveau des inventaires et de la température.

Ainsi, l'hiver 2006-2007 ayant été relativement doux dans le Nord-est américain, la demande pour les granules n'a pas été soutenue : les inventaires sont donc élevés et les prix sont plutôt bas. À la fin de l'hiver les prix de vente au détail étaient de l'ordre de 220-269 \$ US / tonne pour le grade *Premium* (majorité du marché) et 209-229 \$ US / tonne pour le grade standard (petit marché). Par contre, les prix étaient relativement plus élevés pendant l'hiver 2005-2006 alors que les prix pour la granule *Premium* ont atteint 350 \$ US / tonne dans plusieurs états.

Le processus de vente entre les manufacturiers et les distributeurs de granules se fait au printemps / été sur réservation (« booking ») pour la saison de chauffage suivante avec un prix de vente fixé d'avance. Advenant une forte demande durant la saison, les manufacturiers peuvent bénéficier d'un marché « spot » à des prix plus élevés selon le niveau de l'offre et de la demande.

Il existe un petit marché industriel dans le Nord-est américain pour le grade standard en vrac auprès de centrales énergétiques, de serres et d'établissements commerciaux et industriels. Le prix de vente FAB usine des producteurs est de l'ordre de 110-130 \$ CA / tonne. Les producteurs québécois de granules sont très présents sur le marché du Nord-est américain.

5.3.3 Europe

Tel que mentionné auparavant, l'Europe est le plus important marché pour les granules de bois et le principal marché d'exportation pour les producteurs canadiens de granules, principalement les producteurs de la Colombie-Britannique.

Les producteurs de granules de la Colombie-Britannique jouissent d'avantages concurrentiels importants par rapport aux producteurs québécois :



Installations portuaires de Vancouver pour l'entreposage des granules.

- Matière première 50 % moins dispendieuse;
- Accès à des infrastructures portuaires permettant l'entreposage et l'expédition d'importants volumes de granules.

Au Québec, les facilités d'entreposage dans les principaux ports sont limitées à 8 000 – 10 000 tonnes comparativement à plus de 25 000 tonnes en Colombie-Britannique. Le tonnage chargé à bord de chaque expédition outre-mer est donc directement influencé par les capacités d'entreposage dans la zone portuaire.

Mactara, un producteur de granules de grade *Standard* localisé en Nouvelle-Écosse, bénéficie d'installations portuaires avantageuses au port de Halifax lui permettant d'expédier 25 000 tm à chaque expédition.

Les producteurs de la Colombie-Britannique et de la Nouvelle-Écosse jouissent donc d'infrastructures portuaires avantageuses leur procurant d'importantes économies d'échelle.

La majorité des volumes importés d'Amérique du Nord concerne les granules en vrac pour le marché des centrales énergétiques, des centrales de chauffage municipal (« district heating ») et autres clientèles industrielles.

Les granules transitent principalement par les ports de Rotterdam (Pays-Bas) et d'Anvers (Belgique), tandis que les principaux pays de destination sont la Belgique, les Pays-Bas et la Suède.

Chaque client a ses propres spécifications et selon la WPAC, la grande majorité des granules exportées sont de grade *Premium*, pour minimiser la quantité de cendres produite car celles-ci sont

classées déchets dangereux par plusieurs pays européens. Certains acheteurs acceptent toutefois le grade *Standard*.

Les prix sont au plus bas actuellement en Europe en raison de l'hiver doux 2006-2007 qu'a connu l'ensemble de la région de l'Europe de l'Ouest. Les inventaires de granules sont élevés partout et des pays comme l'Allemagne et l'Autriche exportent les surplus de granules de grade *Premium* destinés à leur marché domestique résidentiel vers les marchés industriels de la Belgique et des Pays-Bas. Les prix sont ainsi passés de 130-140 euros / tm CIF Rotterdam (200-215 \$ / tm) en janvier 2007 à 110-120 euros / tm CIF Rotterdam (170-185 \$ CA / tm) en mars 2007. Les prix avaient pourtant atteint un sommet historique de 140-150 euros / tm CIF Rotterdam (215-230 \$ CA / tm) à l'hiver 2005-2006.

En ce qui a trait au coût du fret maritime d'un port de l'est du Canada à Rotterdam, ceux-ci ont récemment évolué entre 18 \$ US / tm (2003) et 45 \$ US / tm (2007) selon l'offre et la demande et la disponibilité de vraquiers. Il faut ajouter un coût de 12 \$ CA / tonne métrique pour l'entreposage et le transbordement au port. Ainsi, les producteurs québécois ne seraient pas en mesure d'obtenir actuellement le prix désiré net usine pour le granule standard en vrac, soit entre 115 et 125 \$ CA / tonne FAB usine. D'autre part, selon la WPAC, les producteurs de granules de l'Ouest canadien obtiendraient actuellement 100 \$ CA / tonne FAB usine pour les granules *Premium* en vrac et leur coût de production serait de l'ordre de 70-80 \$ CA / tonne FAB usine.

Il existe également des marchés d'exportation en Europe pour les granules *Premium* en sacs, notamment dans le nord de l'Italie qui a vu une explosion des ventes de systèmes de chauffage aux granules. Les prix actuellement offerts aux producteurs québécois sont de l'ordre de 170 \$ CA / tm FAB usine (155 \$ CA / tonne).

Pour 2007, on estime que les prix en Europe oscilleront entre 110 et 135 Euros / tm pour le grade standard et 175 Euros / tm pour le grade premium en sacs (CIF port de débarquement).

De quelle manière évolueront ces prix sur les différents marchés potentiels pour les producteurs québécois de granules? Difficile à prévoir selon les différents experts et intervenants du secteur puisque plusieurs facteurs interagissent :

- La croissance de la demande (TCAC 2006-10 : 25%), particulièrement en Europe;
- La croissance de l'offre internationale de granules, en particulier de l'ouest de l'Amérique du Nord et de pays à faible coût de production comme l'Europe centrale et les pays baltes;
- L'évolution du climat (réchauffement de la planète) et l'évolution conjoncturelle de l'offre et de la demande (marchés SPOT);
- L'adoption de politiques énergétiques vertes;
- La disponibilité et la concurrence pour la fibre.

En guise de synthèse, le tableau suivant présente les prix minimum et maximum observés sur les différents marchés au cours des trois dernières années.

Tableau 5.2 – Prix minimum et maximum observés pour les granules sur les différents marchés

GRADES ET CONDITIONNEMENT	QUÉBEC	NOUVELLE-ANGLETERRE	EUROPE
Premium en sac	190-200 \$ CA / t au détail	220-350 \$ US / t au détail	150-195 Euros / tm CIF Rotterdam (210-270 \$ CA / t)
Standard en sac	n.d.	209-329 \$ US / t au détail	n.d.
Standard en vrac	n.d.	110-130 \$ CA / t FAB usine	110-150 Euros / tm CIF Rotterdam (150 \$ 210 \$ CA / t)

En fonction de ces différents prix, un manufacturier de granules peut espérer obtenir entre 130 \$ et 160 \$ CA / t FAB usine et 100 \$ – 130 \$ CA / t FAB usine respectivement pour les grades premium en sac et standard en vrac.

5.4 Marchés de la bûche de bois densifié

Alors que les granules de bois peuvent être considérés sur plusieurs marchés comme une commodité et une industrie en phase de croissance, il en va autrement du secteur de la bûche de bois densifié qui est plutôt une industrie émergente tant en Amérique du Nord qu'en Europe.

Ainsi, bien que les marchés des granules de bois soient bien documentés et quantifiés, il n'y a aucune statistique de production ni de consommation pour l'industrie de la bûche de bois densifié ni au Québec ni sur les marchés d'exportation.

La demande pour la bûche de bois densifié est tributaire en très grande partie du marché du chauffage résidentiel au bois (poêles) et de l'utilisation d'appareils de feu d'ambiance (foyers). En Europe, quelques centrales énergétiques utilisent les bûches comme combustible lorsque le prix (rapport prix / kWh) leur convient.

Pour ce qui est du marché du feu d'ambiance, ce segment requiert un conditionnement et un marketing du produit plus sophistiqué, où les attributs distinctifs sont mis en évidence au niveau communicationnel. La commercialisation se fait en grande partie par l'intermédiaire des chaînes de détaillants à grande surface et les magasins d'alimentation. On dénote un socio-type de consommateurs plus urbain, féminin et jeune que le traditionnel utilisateur de poêle-foyer à bois.

Trois types de produits principaux sont en concurrence sur ce segment de marché soit :

- A) bûches de biomasse/paraffine-glycérine (bois, café ou autres, huile/graisse végétale, paraffine);

- B) bûches de bois naturel séché (KD) en sac ou en vrac;
- C) bûches de biomasse naturelle (bois) densifié.

A) Bûches de biomasse avec additif (paraffiné ou non, « wax-sawdust firelogs ») :

- Produit qui est devenu un produit de consommation de masse largement distribué partout en Amérique du Nord. Depuis de nombreuses années, il a acquis une position et une notoriété dominante sur le marché du feu d'ambiance.
- Le volume de vente est estimé actuellement à quelques 315 000 tonnes sur une base annuelle. **Le marché est en croissance constante**, de l'ordre de 3 % annuellement depuis 1997, et atteindrait quelques 315 M \$ US pour l'Amérique du Nord. Le marché du nord-est américain accapare environ 11 % du total, soit quelques 34 650 tonnes.
- Le marché est largement dominé par deux manufacturiers :
 - Duraflame (Stockton, CA) (www.duraflame.com) : Duraflame (filiale de *California Cedar Products Co.*), a inventé ce type de produit en 1969. Ventes de 2 M \$US en 1971 et d'environ 160 M \$US en 2006. Il opère quatre unités de production. Deux sont situés aux États-Unis, une à Pickering (ON) et une en Europe (Angleterre).
 - Jarden (Rye, NY) (www.jarden.com , www.conros.com et www.java-log.com) : Jarden a acquis Conros (Toronto, ON) en septembre 2006. Jarden fait partie du Fortune 500 et du Top 10 des plus importantes entreprises manufacturières de biens de consommation courant (produits tels Sunbeam, Coleman, etc.). La compagnie connaît une croissance accélérée par acquisition depuis 2000.
 - Conros a été créé en 1972. C'est une compagnie privée ayant trois unités de production (Ontario, Texas et Californie).
 - Java-Log Corp. est une filiale de Jarden et le siège social est en Indiana. Le produit, à base de café, a été introduit sur le marché en 2003 et développé au Canada (Ottawa).
- Il s'est imposé graduellement une configuration de produits ayant généralement une forme rectangulaire ou triangulaire. Le produit est principalement composé d'un mélange de sciure de bois et de paraffine, dans une proportion de 40 à 50 %. Il est offert en poids de 3, 5 et 6 livres, permettant une durée de combustion de 2, 3 ou 4 heures. Le produit est enveloppé individuellement dans un papier ciré inflammable. Ces attributs distinctifs sont la facilité d'allumage et d'utilisation, la durée et la propreté de la combustion, et la chaleur émise (deux fois plus que les bûches traditionnelles).
- Le produit est commercialisé à grande échelle dans une très grande variété de réseaux de distribution : centres de rénovation, quincailleries, supermarchés, boutiques de plein air,

centres de villégiature, etc. Le produit est vendu à l'unité ou en boîte de 6, 8, 12 bûches. Le prix de vente au détail varie de 800 à 1 200 \$ CA / t.

- Depuis 2000 environ, les grands manufacturiers ont fait l'introduction de produits de spécialité tels PatioLogg (avec citronnelle), SuperLog (longue durée), CrackleLog (crépitement), Java-Log, bûche avec fragrance, bûche générant des flammes colorées, bûche de nettoyage de cheminée, etc.).
- Le produit original (mélange de sciure de bois avec paraffine) a atteint la maturité et sera remplacé par une nouvelle génération de bûches avec des mélanges d'huile-graisse-glycérine végétale (en raison des coûts élevés de la paraffine et de la tendance environnementale).
- Outre les deux producteurs principaux, quelques petits producteurs marginaux desservent des marchés régionaux.

B) Bûches de bois densifié (« densified wood firelogs ») :

- Produit perçu depuis longtemps comme un phénomène de l'Ouest américain et marginal. En 1934, *Potlatch* a introduit en Amérique du Nord les « Press-to-logs » (commercialisation d'équipements et de produit), qu'il a abandonnés par la suite dans les années 1970. *Lignetics* est le seul producteur connu utilisant encore cette dénomination.
- BioShell International a été le premier producteur de briquettes de bois densifié au Canada (Hearst, ON). Au fil des années, plusieurs petits manufacturiers de l'ouest et du Québec ont fait leur entrée dans le marché, sans succès durable.
- Production estimée en 2001 à 53 000 tonnes aux États-Unis. Aucun ajout significatif de production depuis 2001 aux États-Unis.
- Quelques manufacturiers (5-6) de l'Ouest sont en opération et la plupart produisent une gamme élargie de produits et particulièrement de la granule.
- On dénote la présence d'un producteur de bûches de bois densifié dans le nord-est américain (BioPellet LLC - CT) qui fait une percée auprès de détaillants et distributeurs de la région. Le produit est vendu en sac comme combustible pour le chauffage, sur le même principe que la granule.
- Le conditionnement de produit est généralement sobre (emballage de pellicule-sac plastifié transparent), et aucun manufacturier n'a de distribution nationale. On mise beaucoup sur la vente en vrac, en mettant l'accent sur la valeur énergétique du produit (vendu à la palette). La commercialisation est régionalisée.

C) Bûches de bois naturel séché (KD) en sac ou en vrac :

- Ce produit n'entre pas comme tel dans le cadre du présent mandat car il n'est pas densifié. Il sert toutefois au feu d'ambiance au même titre que les deux autres types.
- Il s'agit du type de bûches avec lesquelles nous sommes le plus familier et qui existe depuis toujours. On le retrouve partout au Québec et dans toutes les régions où il y a de la forêt, surtout d'essences de bois feuillus. Il est fabriqué généralement de façon artisanale et souvent par les utilisateurs eux-mêmes.
- Il existe toutefois des entreprises qui en font la production sur une base semi-industrielle pour alimenter les zones urbaines.
- Il sert pour le feu d'ambiance mais aussi et surtout pour le chauffage résidentiel (chauffage d'appoint). Il offre une capacité calorifique inférieure aux autres types de bûches et génère plus de cendre que ceux-ci, ce qui limite ses utilisations. Il est aussi le moins dispendieux car il n'a pas eu à subir de transformation, sauf la coupe de longueur et le séchage à l'air libre.

5.4.1 Marché québécois

Le Québec compte officiellement huit entreprises manufacturières de bûches de bois densifié. Le tableau 5.3 présente le profil des principaux producteurs de ce secteur. La production de bûches de bois densifié est un phénomène récent au Québec comme ailleurs dans le monde et la majorité de ces entreprises ont débuté leurs opérations depuis quelques années tout au plus.

La plupart de ces manufacturiers ne produisent pas à pleine capacité (50 % en moyenne) car il s'agit d'un marché émergent.

Plusieurs d'entre eux ont tenté de développer les marchés d'exportation, notamment les provinces canadiennes limitrophes et le Nord-est des États-Unis, mais la demande à l'exportation est timide et le marché québécois semble davantage éveillé à ce produit qu'ailleurs en Amérique du Nord.

Tableau 5.3 – Profil des principaux producteurs québécoise de bûches

MANUFACTURIER		PRODUIT	CONDITIONNEMENT	RÉSEAUX DE DISTRIBUTION
Bois BSL (Mont-Joli)		SmartLog	<ul style="list-style-type: none"> • Emballage carton de 6 et 12 bûches • 3,3 lb / bûche (emballage 20 et 40 lb) • Marque Smartlog • Marque sans nom 	<ul style="list-style-type: none"> • Centres de rénovation • Centres poêles et foyers • Autres commerces spécialisés
Bûches Ecolog (Granby)		Ecolog	<ul style="list-style-type: none"> • Emballage carton de 6,8 et 12 bûches • 3 lb / bûche (emballage de 18, 24 et 36 lb) 	<ul style="list-style-type: none"> • Centres de rénovation • Supermarchés • Quincailleries • Magasins grande surface
Groupe PEBG (Québec)		Bûche énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Emballage carton de 10 bûches 3,25 lb / bûche (emballage 32,5 lb) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vente directe à la corde énergétique • Centre jardins • Quincailleries
Bioflamme (Hébertville-Station)		Bûche bio, bûche nuit, bûche Power	<ul style="list-style-type: none"> • Sac de 25 lb et 40 lb (bûche bio = 2 lb) 	<ul style="list-style-type: none"> • Supermarchés
PWI Industries (Saint-Hyacinthe)		Logik-ê	<ul style="list-style-type: none"> • Emballage carton de 10 bûches • 3 lb / bûche (emballage 30 lb) 	<ul style="list-style-type: none"> • Centres de rénovation • Quincailleries

Les prix de vente au détail de la bûche de bois densifié varient entre 425 et 475 \$ CA / tonne et le **prix de vente FAB usine des producteurs**, en tenant compte les marges de distribution et les frais de transport sont **de l'ordre de 280 \$ – 320 \$ CA/t.**

Les principaux constats qui se dégagent de nos entrevues auprès des experts sectoriels et des détaillants consultés sont les suivants :

- Le marché de la bûche de bois densifié :
 - produit commercialisé depuis quelques années seulement voire un ou deux ans dans la majorité des cas;
 - volume des ventes d'abord faible, mais en progression, **augmentation prévue de 10 à 30% / an** pour les trois à cinq prochaines années;
 - chaque détaillant s'approvisionne auprès de deux ou trois fournisseurs au maximum qui répondent adéquatement à leurs besoins;
 - achat sur réservation en février – mars – avril pour la saison suivante des ventes;
 - conditionnement sous forme de boîtes de carton plus facile à transporter et mettant davantage en valeur le produit;
 - les détaillants (chaînes, groupements d'achat, magasins spécialisés, etc.) achètent directement des manufacturiers;
 - marché potentiel formé de 3 millions de résidences au Canada équipées de poêle ou de foyer à bois, dont 750 000 au Québec (dans 70 % des cas, il s'agit d'un chauffage d'appoint);
- Le marché du chauffage au bois :
 - le marché principal demeure, et de loin, celui au bois traditionnel (bois de corde);
 - en renaissance dans l'Est du Canada depuis la crise du verglas;
 - avec les récentes avancées technologiques dans le domaine, plusieurs familles redécouvrent cette forme d'énergie renouvelable. On parle ici des appareils de chauffage qui sont désormais plus efficaces et moins nocifs, mais aussi des combustibles dits plus écologiques comme la bûche de bois densifié en remplacement de la bûche conventionnelle;
 - il est important de noter que la bûche de bois densifié est destinée à deux marchés distincts : le marché du chauffage et le marché du feu d'ambiance;
 - c'est un marché où les enjeux environnementaux et sanitaires sont, plus que jamais, à l'ordre du jour;
 - c'est un marché où le bois de corde est de plus en plus contesté en faveur de la granulés de bois et des bûches de bois densifié;
 - ce marché favorise les produits économiques : le prix est un facteur clé sur ce marché (tous les nouveaux produits sont comparés au produit de référence : le bois de corde !).
- le marché du feu d'ambiance :
 - marché de prédilection de la bûche de paraffine;

- beaucoup moins important en valeur que le marché du chauffage au bois;
- favorise les produits à forte valeur ajoutée;
- priorise la commodité sur le prix;
- marché en phase de croissance, mais encore confiné aux les grands centres urbains;
- l'industrie du tourisme peut représenter un bon véhicule de croissance de ce marché.

La combustion du bois étant une source importante d'émission de particules fines, le chauffage résidentiel au bois fait l'objet d'une attention particulière depuis quelques années. Des tests effectués sous la supervision indépendante de Forintek Canada ont permis de montrer que les bûches de bois densifié produisent environ 50% moins d'émissions de particules fines que les bûches traditionnelles.

La fabrication de cette bûche permet aussi de réduire la quantité de résidus de bois destinés aux sites d'enfouissement. Parmi les autres avantages de la bûche écologique, on note principalement l'uniformité du produit, sa facilité d'entreposage et sa grande efficacité énergétique.

Ainsi, les principaux avantages du produit sont :

- réutilisation des matières résiduelles de l'industrie;
- utilisation d'une source d'énergie renouvelable;
- diminution des émissions de particules fines associées à la combustion du bois (33 à 58%);
- amélioration de la qualité du combustible et de son efficacité énergétique (20 à 35%);
- diminution de l'utilisation de la ressource forestière vierge pour le chauffage résidentiel (chaque tonne de bois densifié équivaut à 12 arbres matures);
- réduction possible de la consommation de bois en raison du potentiel énergétique accru.

5.4.2 Marchés d'exportation

L'analyse des principaux marchés d'exportation, à savoir les provinces canadiennes limitrophes, les états du Nord-est des États-Unis et les pays européens, révèle que la bûche de bois densifié est une industrie et un marché émergent dans toutes ces parties du monde et que le marché québécois semble davantage en avance. De toutes ces régions, c'est en Europe que le produit est davantage connu sous le nom de « brique ».

a) Nord-est des États-Unis

Dans le Nord-est des États-Unis, quelques entreprises sont entrées sur le marché au cours des dernières années mais selon une stratégie de vente directe au consommateur à la palette. Le

produit n'est pas encore présent dans les grandes surfaces et le produit est largement méconnu des marchés. Quelques producteurs québécois ont tenté de développer le marché du Nord-Est de l'Amérique du Nord mais les ventes se font encore attendre. Quelques détaillants spécialisés de poêles et foyers commercialisent les bûches de bois densifié produites par les quelques producteurs locaux recensés, dont BioPellet LLC au Connecticut.

Pour les ménages qui décident de chauffer au bois, la demande semble davantage portée sur les poêles à granules.

Cette région compte quelque 54 millions d'habitants et près de 23 millions d'unités de logement. Selon la *Hearth and Home magazine*, on compte, dans cette région, 4,3 millions d'unités de logement munies de poêles ou foyers au bois.

b) Europe

Le produit bûche de bois densifié est davantage connu en Europe et le produit est généralement désigné sous l'appellation « brique ».

En France, plusieurs appellations sont utilisées pour désigner le produit :

- Bûche calorifique;
- Bûche de bois densifié;
- Bois comprimé;
- Bûche de bois compressé;
- Bûche reconstituée
- Brique.

Le terme de brique est, semble-t-il, celui qui est le plus utilisé en Europe car le plus facile à mémoriser (un seul mot). Cependant, l'ITEBE (Institut Technique Européen du Bois-Energie) parle dans ses documents de promotion de « bûche de bois densifié » ; l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) emploie l'appellation « bûche reconstituée ». En fait, il n'y a pas de terme normalisé ou consacré à ce jour, ce qui risque de poser à terme certaines difficultés de positionnement du produit et de reconnaissance de la part des utilisateurs potentiels.

Pour autant, toutes ces appellations se rapportent à un même produit dont la définition n'est pas complètement bornée, mais qui peut s'exprimer succinctement comme suit :

- Produit composé de sciures compactées à forte pression (et de copeaux le cas échéant) ne comportant pas de colle ni autres additifs. Bio-combustible pouvant prendre des formes diverses, cylindriques, parallélépipédiques, octogonales et présentant des dimensions plus grandes que celles des granules – diamètre de 7 à 10 cm et longueur de 20 à 30 cm.

Viennent ensuite se greffer toutes les désignations commerciales du produit mises en place par les producteurs ou importateurs / revendeurs comme en France, par exemple :

- Bricafeu;
- Biofeu;
- Heizprofi;
- Ecosys, etc.

Les briquettes ne sont donc pas produites à l'échelle industrielle en Europe. On parle plutôt d'un marché atomisé avec des petits producteurs localisés un peu partout en Europe et approvisionnant les grandes agglomérations. Le potentiel de production se trouve principalement dans les pays baltes (Estonie, Lettonie et Lituanie), dans les pays de l'Est et, dans une moindre mesure, dans la péninsule ibérique (Portugal, Espagne). L'Allemagne et, dans une moindre mesure le Luxembourg et la Belgique, sont les plus gros consommateurs de briquettes en Europe. En plus du marché résidentiel, les briquettes sont également utilisées par les centrales électriques et les centrales de chauffage municipal au même titre que les granules de bois.

Pays baltes et pays de l'Est disposent encore d'un potentiel important de sous-produits qui ne sont pas valorisés. En outre, le coût de la main-d'œuvre est peu élevé et les contraintes réglementaires et sécuritaires moins fortes qu'ailleurs en Europe de l'Ouest. Enfin, les industries locales sont de plus en plus solides financièrement.

Au vu des différents avis qui ont été réunis, on peut affirmer que le marché de la brique est, à ce jour, en Europe, encore jeune mais en pleine expansion.

En Europe, le prix des bûches de bois densifié au détail oscille entre (300-315 Euros / tm) (450-475 \$ CA/tm) et les **producteurs obtiendraient entre 120 et 150 Euros FAB usine (185-230 \$ CA/t)**.

Aux dires d'experts et des contacts établis, le marché français des briquettes ne dépasserait actuellement pas les 10 000 tonnes/an (production française entre 5 et 10 000 tonnes + importations, les exportations françaises seraient négligeables). Malheureusement à ce jour, aucune statistique détaillée sur ce produit, ni étude de marché n'existe, ni en France, ni en Europe.

Trois principaux producteurs français ont été identifiés, à savoir les sociétés suivantes :

- Tecsa Bois / Tecsa Thermique;
- Les Bois Chauds du Berry;
- CIMAJ.

Sans doute existe-t-il quelques autres petits producteurs, dont les productions restent marginales.

Tecsathermique produirait de l'ordre de 3000 tonnes (augmentation de la production de 30% l'année dernière). Quant aux Bois Chauds du Berry, ils produisent environ 1500 tonnes par an (là aussi l'activité est en pleine expansion). Enfin, CIMAJ réaliserait annuellement 3 à 4000 tonnes (commercialisées sous la marque « Bricafeu »).

Ces données sont tout à fait cohérentes avec les capacités de production moyenne des presses à briquettes qui, avec un fonctionnement automatisé, peuvent produire de 1200 à 1400 kg de produit à l'heure selon les modèles. Sur la base d'un fonctionnement de 300 jours par an, les capacités de production unitaire oscillent entre 2500 et 3000 tonnes/an.

5.5 Perspectives de développement

Les perspectives de développement de l'industrie des granules et bûches de bois densifié doivent être analysées sous l'angle des différents marchés qui s'offrent aux producteurs potentiels.

5.5.1 Granules de bois

a) Marché domestique

Le marché québécois s'avère limité et plusieurs producteurs sont bien implantés. Aucun phénomène ne laisse entrevoir une croissance du marché québécois (prix de l'énergie bas et aucune mesure incitative), si bien que les manufacturiers doivent baser leur modèle d'affaires sur les marchés d'exportation.

b) Nord-est des États-Unis

Le marché naturel s'avère être celui du Nord-est des États-Unis et les principaux manufacturiers québécois y sont actifs. Ce marché est appelé à croître considérant le prix élevé de l'énergie et la popularité grandissante des poêles à granules. Cependant, les manufacturiers québécois doivent composer avec la concurrence locale des fabricants américains de granules (en croissance) et des manufacturiers de Colombie-Britannique qui y sont également actifs. Ils subissent également les effets de l'appréciation de la devise canadienne.

c) Europe

L'Europe constitue le marché qui connaîtra le plus fort taux de croissance et on prévoit que la Colombie-Britannique comblera en bonne partie leurs besoins. Ce marché concerne principalement les granules en vrac pour le marché des centrales énergétiques, des centrales de chauffage municipal et industriel. Le Québec est peu actif sur ce marché car un seul manufacturier produit le grade standard et les infrastructures portuaires québécoises sont mal adaptées et peu compétitives.

Tout nouveau projet doit donc être analysé en fonction de plusieurs variables :

- La qualité et la quantité des matières premières disponibles;
- Les grades de granules qui seront produits;

- Les coûts de production;
- L'accès aux marchés visés : connaissance des réseaux et des clients, rayon de transport économique, compétitivité.

Tableau 5.4 – Forces et faiblesses, opportunités et menaces de l'industrie québécoise des granules de bois densifié

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> • Quelques fabricants québécois de granules bien implantés sur le marché du Québec et de la région du Nord-Est des États-Unis 	<ul style="list-style-type: none"> • Étroitesse du marché domestique • Absence de politiques énergétiques au Québec en faveur de l'industrie des granules et bûches de bois densifié • Coût de la matière première de base(sous-produits d'usine) qui augmente et qui se raréfie : problème accentué si on doit s'alimenter à partir de la forêt. • Infrastructures portuaires québécoises mal adaptées aux besoins des fabricants de granules
OPPORTUNITÉS	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> • Croissance de la demande aux États-Unis et en Europe pour les granules 	<ul style="list-style-type: none"> • Rareté et diminution de la matière première sous-produits des usines de 1^{re}, 2^e et 3^e transformation • Concurrence des autres secteurs d'activité pour la matière première • Concurrence des régions du monde à moindre coût de production, en particulier la Colombie-Britannique et les pays Baltes • Prix des marchés dans toutes les régions du monde fluctuant en fonction de plusieurs paramètres : température, état de l'offre et de la demande, niveaux et variations des inventaires

5.5.2 Bûches de bois densifié

La bûche de bois densifié peut être définie comme une industrie et un marché en émergence. La demande tant au Québec, en Amérique du Nord qu'en Europe est encore faible mais en développement. Alors que le positionnement des granules de bois densifié est bien définie, il en va autrement de la bûche qui se positionne entre le feu d'ambiance et la production de chaleur. La bûche de bois densifié est en concurrence avec la bûche synthétique et le bois de chauffage traditionnel.

Plusieurs producteurs québécois œuvrent déjà dans le marché de la bûche de bois densifié mais leur capacité de production n'est pas pleinement utilisée faute de marché. Plusieurs réseaux de distribution sont utilisés, allant des grandes chaînes de rénovation (petites, moyennes et grandes surfaces), aux boutiques spécialisées (poêles et foyers), aux supermarchés et à la vente directe à la corde énergétique (équivalent, corde de bois conventionnel). Selon les intervenants de la chaîne de distribution, le marché, bien qu'encore modeste, est appelé à croître substantiellement au cours des prochaines années (10 – 30% / an selon les répondants) et les joueurs déjà présents dans le marché, bénéficiant des avantages des premiers occupants du marché, jouissent des avantages de leur positionnement précoce et de leur notoriété.

Tableau 5.5 – Forces et faiblesses, opportunités et menaces de l'industrie québécoise des bûches de bois densifié

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> • Quelques manufacturiers québécois déjà bien positionnés auprès des réseaux de distribution • Demande mondiale faible mais en développement • Conscientisation grandissante des consommateurs à l'égard des produits écologiques / positionnement écologique du produit 	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturiers québécois ne fonctionnent qu'à 50 % de leur capacité de production • Positionnement ambigu entre le feu d'ambiance et production énergétique • Faiblesse de la demande mondiale / industrie – marché émergent
OPPORTUNITÉS	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> • Industrie / marché émergent • Croissance du marché québécois de 10 % à 30 % du marché pour les 3 à 5 prochaines années 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de disponibilité de matière première / concurrence d'autres secteurs d'activité pour la matière première • Arrivée de nouveaux manufacturiers attirés par le secteur / industrie et marché émergent

5.6 Le marché des plaquettes

L'analyse des plaquettes de bois et de leur marché ne fait pas partie du présent mandat. Quelques commentaires sommaires sur le sujet sont toutefois présentés ci-après.

Ces plaquettes sont une sorte de copeaux fabriqués par broyage sur les jetées en forêt ou à l'usine, à partir de résidus forestiers sous la forme de fagots ou non.

Ces plaquettes auraient des dimensions de 15 mm x 15 mm x 6 mm avec une teneur en humidité inférieure à 20%; la longueur pourrait atteindre de 20 à 30 mm selon certaines informations. Elles doivent être de dimension uniforme pour assurer la fluidité dans les systèmes d'alimentation automatisés et éviter les blocages.

Selon les informations obtenues, personne en Amérique du Nord n'exporte de plaquette en Europe qui serait le seul endroit où on utilise ce type de produit. Les Allemands seraient de gros importateurs de plaquettes en provenance principalement des pays baltes. Les pays scandinaves, les pays baltes, la Belgique et la France sont des producteurs de plaquettes pour le marché européen.

Compte tenu du marché très fort existant au Québec pour les copeaux destinés à l'industrie des pâtes et papiers et compte tenu des prix payés, on peut penser que ce produit et son marché ne représentent pas réellement d'intérêt pour des producteurs québécois et canadiens. De plus, selon un promoteur ayant analysé ce produit, le marché qui se développe est celui des granules et non celui des plaquettes.

6 Préfaisabilité technique

6.1 Approvisionnement

Selon les conclusions de l'étude d'approvisionnement, la matière première d'une usine suivant le portrait provincial serait constituée d'un mélange de bois rond provenant des volumes non alloués et de résidus forestiers provenant des bords de chemin et des parterres de coupe. Étant donné son coût de récolte inférieur et l'élimination des aiguilles et feuilles en forêt, la méthode avec broyage est préférée à celle de mise en fagots. Conformément à ces données, l'approvisionnement, écorce incluse, se ferait dans une proportion de 45,9% en bois rond contre 54,1% en broyures tamisées, et à 37,2% en bois résineux contre 62,8% en bois feuillus pour l'ensemble du Québec (excluant les feuilles et aiguilles).

Évidemment, un projet particulier situé dans une région donnée aurait ses propres caractéristiques d'approvisionnement. Des variations non négligeables pourraient survenir en comparaison avec le portrait provincial, comme le démontrent les données régionales de l'étude d'approvisionnement. Un projet spécifique devrait donc être analysé plus en détail en fonction de ses particularités propres.

Un projet spécifique devrait donc être analysé plus en détail en fonction de ses particularités propres.

Par contre, le fait de choisir cette distribution d'approvisionnement relativement complexe pour établir le concept d'usine permet d'analyser une réalité plus globale, d'identifier les problèmes qui ne seraient pas apparus avec une distribution plus simple (comme par exemple l'utilisation de broyures seulement), et de proposer des solutions adaptées à chaque situation. Cette approche pourra servir aux futurs promoteurs de projets de bioénergie forestière dans l'ensemble des choix auxquels ils auront à faire face, tant au niveau de la matière première que du procédé et de la sélection des équipements.

Pour cette raison, il est important d'établir un procédé de transformation efficace qui permettra de traiter le bois rond (donc ajout d'un écorceur et d'un broyeur primaire) et d'optimiser la valeur des produits finis. Dans le cas des granules, cela signifie augmenter le volume de granules de catégorie résidentielle ou premium produites pour les marchés européen et américain (voir bilan de masse et section 6.4). A noter que peu d'usines sont actuellement alimentées, ne serait-ce que partiellement, en résidus de parterre de coupe, la grande majorité s'approvisionnant exclusivement en sous-produits de première et de deuxième transformation.

Un tel approvisionnement vert signifie également l'ajout d'un séchoir au procédé de fabrication. En effet, seul un approvisionnement en sous-produits de première et de deuxième transformation permet l'élimination de la coûteuse tâche du séchage dans le procédé de fabrication de bûches écologiques et de granules. Or, leur disponibilité est à toutes fins pratiques nulle au Québec étant donné l'importance de l'industrie des panneaux composites, entre autres.

Si nous analysons brièvement d'autres scénarios d'approvisionnement « limite » comme le recours uniquement aux volumes non alloués (bois rond majoritairement de feuillus) et aux résidus de

parterre de coupe (broyures vertes majoritairement résineuses), on peut émettre les commentaires suivants :

- Un approvisionnement en bois rond est plus dispendieux qu'un approvisionnement en broyures vertes;
- Un approvisionnement en bois rond rend possible l'écorçage ce qui permet d'atteindre des taux de cendre inférieurs et d'exporter en Europe où les normes sont pour l'instant plus sévères mais où la conjoncture offre-demande est meilleure qu'en Amérique du Nord;
- Un approvisionnement en bois rond exige l'ajout de certains équipements au procédé de fabrication, notamment l'écorceur et le broyeur primaire, lesquels augmentent significativement l'investissement requis.

Ces scénarios seront également analysés succinctement au niveau de leur impact sur la préfaisabilité financière et permettront de donner des orientations quant aux solutions optimales que les promoteurs devraient privilégier.

Donc, dans le scénario de base retenu, nous prévoyons utiliser à près de 54% des branches, cimes et autres résidus laissés sur les bords de chemin ou sur les parterres de coupe. Ceux-ci seront broyés et tamisés en forêt pour en faciliter le transport. Les modes opérationnels retenus et le tamisage permettront de retirer les aiguilles et feuilles, car elles obtiennent une granulométrie plus fine suite au broyage, ainsi que les matières étrangères (sable, terre, cailloux) qui sont déjà plus fines à la base. Le tamisage ne permet toutefois pas de retirer l'écorce car elle conserve environ la même granulométrie que la fibre ligneuse au broyage. Comme il y a de fortes chances qu'il y ait un certain délai (quelques mois) entre le moment de la coupe et le moment du broyage ou que la récolte soit effectuée en hiver, nous considérons que les feuilles et aiguilles seront en très grande partie si ce n'est en totalité éliminées en forêt.

Nous considérons également que la matière première, une fois livrée à l'usine, aura une humidité moyenne de 50% sur base sèche, en raison d'un pré-séchage naturel et de l'opération de broyage. Ce taux d'humidité variera bien sûr d'une région à l'autre selon les essences présentes, les délais de récolte et les conditions d'empilement.

6.2 Produits

Les deux produits qui seront fabriqués, chacun dans leur usine respective, sont la granule et la bûche de bois densifié. Tel que montré aux figures ci-contre, les granules consistent en de petits cylindres de 6 à 8 mm (environ ¼") de diamètre et d'une longueur de 10 à 30 mm (3/8"-1¼"), tandis que les bûches consistent en de gros cylindres de 75 à 100 mm (3-4") de diamètre d'une longueur d'environ 250 mm (10"), avec ou sans trou en leur centre. A noter que les bûches peuvent également avoir une forme octogonale. Les bûches sans paraffine ni colle sont dites « écologiques ».

Figure 6.1 – Exemple de granules



Figure 6.2 – Exemples de bûches écologiques



Les granules et bûches peuvent être fabriquées à partir de bois de feuillus ou de résineux. Elles peuvent inclure une certaine proportion d'écorce, qui a cependant un impact sur le taux de cendres. Les granules et bûches peuvent théoriquement être fabriquées à partir de n'importe quelles essences, de la moins dense à la plus dense (cèdre à chêne), ou encore de mélange d'essences, ce qui peut cependant compliquer la conception et les paramètres d'opération des équipements. Les essences résineuses, qui contiennent davantage de lignine et de résine, procurent cependant une meilleure productivité due à la présence accrue de ces liants naturels qui agissent sous l'effet de la chaleur et de la pression, ainsi qu'à leur plus grande facilité de traitement (écorçage, broyage, séchage, etc.). D'autres considérations sur le procédé sont présentées à la section 6.5.

Contrairement à l'opinion répandue, les granules ou bûches en bois de résineux ont une aussi bonne capacité calorifique que celles en bois de feuillus à même densité et humidité.

6.3 Normes

Au niveau des normes et des standards de qualité des granules et des bûches de bois densifié, les principaux pays producteurs de granules et de bûches écologiques se sont dotés d'exigences techniques à respecter, par l'entremise d'organisations ou d'instituts, tels que :

- Pellet Fuels Institute (PFI - États-Unis);
- Wood Pellet Association of Canada (Canada);
- Renewable Energy Association (REA - Royaume-Uni);
- Swedish National Testing Institute (Suède);
- Österreichisches Normungsinstitut (Autriche);
- Deutsches Institut für Normung (Allemagne);
- Énergie-bois Suisse (Suisse).

A noter que l'ITEBE, basé en France mais possédant des bureaux en Suisse, Belgique, Italie, Espagne, Slovénie et Argentine, promeut pour sa part une « charte de qualité » volontaire. Pour les granules, la charte prévoit quatre catégories, soit « Poêle », « Chaudière », « Chauffage urbain » et « Incinération ». Les exigences sont de moins en moins élevées au fur et à mesure qu'on s'approche du grade Incinération. Il y a également une charte de qualité de l'ITEBE pour les bûches écologiques. Pour plus de détails, voir la section marché du présent rapport.

Un sommaire des normes nord-américaines et européennes est présenté ci-après. Il sert de guide et d'objectif à rencontrer dans le cadre de la sélection de la matière première, de la mise en place du procédé de fabrication et de l'analyse financière du projet.

6.3.1 Normes nord-américaines

Au Canada et aux États-Unis, la qualité des granules est régie par le *Pellet Fuels Institute*. Le tableau suivant présente les propriétés que doivent posséder les granules destinées au marché nord-américain selon la norme actuellement en vigueur.

Tableau 6.1 – Classification des granules destinées au marché nord-américain

Paramètre	Unité	Valeur	
		Catégorie <i>Premium</i>	Catégorie <i>Standard</i>
Diamètre	mm	6 – 8 mm	6 – 8 mm
Longueur	mm	< 38 mm	< 38 mm
Masse volumique apparente	kg/m ³	> 640	> 640
Contenu en fines (< 3 mm)	% de masse	< 0,5	< 0,5
Teneur en chlorures	ppm	300	300
Teneur en cendre	% de masse	< 1	< 3

À noter que la capacité calorifique et le taux d'humidité (qui sont étroitement liés) ne sont pas explicitement normés en Amérique du Nord, contrairement à l'Europe, tout comme les bûches écologiques. Les clients industriels acceptent généralement la catégorie *Standard* et les clients résidentiels, la catégorie *Premium*. Selon nos informations, la norme nord-américaine est présentement en révision et pourrait se voir ajouter une catégorie « Super Premium » destinée au marché résidentiel qui ne permettrait que 0,5% de cendres. L'actuelle catégorie *Premium* (1% de cendres) pourrait revenir quant à elle aux usagers commerciaux et institutionnels.

Au Canada et aux États-Unis, la procédure de certification des granules et bûches écologiques est bien connue et encadrée par le *Pellet Fuels Institute*. Il s'agit de fournir une analyse de ses produits garantie par l'un des huit laboratoires de test préalablement accrédités, dont le *Wood Science & Technology Centre* de l'Université du Nouveau-Brunswick à Fredericton.

6.3.2 Normes européennes

En Europe, la nouvelle norme CEN/TS 14961 *Solid Biofuels – Fuel Specifications and Classes* a été émise en 2005 pour uniformiser toutes les anciennes normes nationales. Contrairement aux anciennes normes nationales ou à la norme nord-américaine, celle-ci ne prévoit pas de catégories de produits (par exemple, Premium/Standard pour la norme nord-américaine, groupes 1-2-3 pour l'ancienne norme suédoise, avec ou sans écorce pour l'ancienne norme autrichienne, Domestique/Commercial pour l'ancienne norme britannique), mais seulement des gammes de propriétés acceptées par produit.

Le tableau suivant présente les propriétés que doivent posséder les granules destinées au marché européen selon la norme nouvellement en vigueur.

Tableau 6.2 – Spécifications des granules destinées au marché européen

Paramètre	Unité	Valeur minimale	Valeur maximale
Diamètre	mm	6	25
Longueur	mm	5 x diamètre si D = 6 mm 4 x diamètre si D = 8-25 mm	
Teneur en humidité	% de masse	10	20
Teneur en cendre	% de masse	0,7	6
Durabilité mécanique	% de masse	97,5	90
Contenu en fines (< 3 mm)	% de masse	1	2

La norme européenne demande également que la teneur en chlorures, la masse volumique et la capacité calorifique nette soient mentionnés sur les emballages. Les additifs doivent également être mentionnés s'il y en a, de même que leur impact sur les teneurs en soufre et en azote des granules.

Le tableau suivant présente pour sa part les propriétés que doivent posséder les bûches destinées au marché européen selon la nouvelle norme.

Tableau 6.3 – Spécifications des bûches destinées au marché européen

Paramètre	Unité	Valeur minimale	Valeur maximale
Diamètre	mm	25	125
Longueur	mm	50	400
Teneur en humidité	% de masse	10	20
Teneur en cendre	% de masse	0,7	10
Masse volumique des particules	kg/m ³	800	1200

Tout comme les granules, la norme européenne demande également que la teneur en chlorures, la masse volumique et la capacité calorifique nette des bûches soient mentionnés sur les emballages. Les additifs doivent également être mentionnés s'il y en a, de même que leur impact sur les teneurs en soufre et en azote des granules.

L'annexe A de la norme présente par ailleurs les spécifications recommandées pour le marché résidentiel, qui sont reproduites ci-dessous respectivement pour les granules et les bûches. Sans être obligatoires, nous doutons fortement que les distributeurs européens y dérogent.

Tableau 6.4 – Spécifications recommandées pour les granules destinées au marché résidentiel européen

Paramètre	Unité	Valeur
Origine	N/a	Bois non traité sans écorce
Diamètre	mm	6 – 8 mm
Teneur en humidité	% de masse	< 10
Teneur en cendre	% de masse	< 0,7
Durabilité mécanique	% de masse	> 97,5
Contenu en fines (< 3 mm)	% de masse	< 1
Additifs	% de masse	< 2
Teneur en soufre	% de masse	< 0,05
Capacité calorifique nette	MJ/kg	> 16,9

Tableau 6.5 – Spécifications recommandées pour les bûches destinées au marché résidentiel européen

Paramètre	Unité	Valeur
Origine	N/a	Bois non traité sans écorce
Teneur en humidité	% de masse	< 10
Teneur en cendre	% de masse	< 0,7
Masse volumique des particules	kg/m ³	> 1000
Additifs	% de masse	< 2
Capacité calorifique nette	MJ/kg	> 16,9

À noter que seuls les additifs de provenance agricole et forestière sont permis.

Il reste donc à savoir quelles spécifications le secteur industriel européen exigera, ce qui est pour l'instant plus ou moins inconnu étant donné la nouveauté de l'implantation de la norme paneuropéenne et l'abandon graduel des normes nationales. Notre interprétation est que cela laisse place à beaucoup de flexibilité pour l'acceptation par la clientèle industrielle de spécifications « inférieures » à celles recommandées pour le secteur résidentiel (plus haut taux de cendres entre autres), à moindre prix bien sûr.

6.4 Capacité de production des usines

Après une revue de littérature approfondie et des discussions avec plusieurs intervenants dans l'industrie de la bioénergie forestière, nous parvenons aux conclusions suivantes concernant la capacité de production souhaitable des usines de fabrication de granules et de bûches de bois densifié :

- La capacité de production des usines de granules et de bûches écologiques est en hausse significative depuis quelques années;
- Selon le *Wood Pellet Association of Canada*, la capacité moyenne des usines canadiennes de granules était de 60 000 tonnes par année en 2006;

- Selon nos recherches, la capacité moyenne des usines québécoises de bûches est d'environ 15 000 tonnes par année;
- Les usines de granules (surtout celles avec un séchoir) ont de plus en plus tendance à fonctionner 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7;
- Les fluctuations du prix de vente peuvent être relativement importantes d'une année à l'autre, d'où l'importance de conserver un prix de revient bas pour demeurer rentable lors des « creux »;
- La rareté de la matière première traditionnelle (sous-produits de première et de deuxième transformation) au Québec et ailleurs a occasionné une hausse importante de son coût et force de plus en plus les nouveaux projets à s'approvisionner en biomasse forestière dont le prix est également plus élevé que ce à quoi les producteurs étaient habitués (dans les deux cas, il faut diminuer le coût de transformation par des économies d'échelle pour rester compétitif).

Pour ces raisons, un nouveau producteur de granules ne devrait pas viser une capacité de production inférieure à 50 000 tonnes par année et devrait idéalement atteindre 100 000 tonnes par année, de pair avec une utilisation optimale de la capacité des équipements clés (séchoir et presse). Un nouveau producteur de bûches devrait atteindre une capacité de production de 15 000 tonnes par année. Le procédé de fabrication est donc établi selon une capacité de 100 000 tonnes par année pour l'usine de granules à raison de sept jours sur sept et 24 heures sur 24 (quatre factions), et à 15 000 tonnes par année pour l'usine de bûches à raison de cinq jours sur sept et 16 heures sur 24 (deux factions).

Il est à noter que le goulot d'étranglement d'une usine de granules ou de bûches écologiques est généralement la presse. C'est pourquoi cet équipement, le cœur de l'usine, est généralement multiplié en deux, trois ou quatre exemplaires selon la capacité visée. Les presses à granules les plus efficaces sur le marché peuvent présentement produire jusqu'à 5 tonnes à l'heure contre 2 tonnes à l'heure pour les presses à bûches. Les autres équipements principaux sont moins limitatifs sur la capacité (broyeur jusqu'à 30 t/h, séchoir jusqu'à 50 t/h, mélangeur jusqu'à 15 t/h, refroidisseur jusqu'à 30 t/h, tamis jusqu'à 20 t/h).

Pour des raisons économiques, nous recommandons qu'une certaine proportion de l'approvisionnement de l'usine de granules ou de bûches écologiques serve à alimenter le brûleur du séchoir à tambour. En effet, selon les prix actuels, la fibre est encore substantiellement moins dispendieuse que le gaz naturel (environ 0,7 ¢/MJ contre 1,4 ¢/MJ), vu qu'elle est facilement disponible dans le procédé. Il n'est en fait même pas nécessaire de conserver 10% de combustible fossile pour assurer une combustion constante (*sustaining fire*), étant donné la plus grande flexibilité de la densification pour fins de bioénergie par rapport au procédé de mise en panneau par exemple. Cela provient des normes beaucoup plus sévères imposées à l'industrie du panneau composite quant aux caractéristiques mécaniques du produit fini (densité, module d'élasticité, module de rupture, cohésion interne et gonflement en épaisseur contre seulement densité pour bioénergie).

A noter qu'outre cette ponction des fines particules de tamisage pour du combustible, le rendement matière des usines de bûches et granules serait de près de 100% car autrement on recyclerait lesdites particules dans le procédé. Ainsi, après avoir dressé le bilan de masse (présenté à l'annexe 1) du procédé utilisé, nous parvenons aux conclusions suivantes pour l'usine de granules :

- Sur la base d'un approvisionnement composé en moyenne de 46% de billes (donc de fibre propre sans écorce à 0,3% de cendre selon les données des résultats de recherches canadiennes et de 54% de résidus forestiers (donc de fibre avec écorce à 0,8-1,2% de cendre, dépendamment de la nature de ces résidus, toujours selon les mêmes sources) et en fonction des normes nord-américaine et européenne actuellement en vigueur pour les granules (grade premium = 1% de cendre en Amérique du Nord et grade domestique = 0,7% de cendre en Europe), des mélanges de fibre sont possibles pour accroître notre proportion de granules exportables en Europe, que nous établissons à 50% de la production étant donné la conjoncture offre-demande plus propice à moyen terme en Europe qu'en Amérique du Nord et la relative équivalence actuelle des prix nets usine. A noter que la possible révision éventuelle de la norme nord-américaine et l'ajout, par exemple, d'une nouvelle catégorie super premium à 0,5% de cendre s'adressant au marché résidentiel (qui représente environ 80% de la production actuelle des usines québécoises de granules) viendrait grandement réduire cette possibilité et obligerait alors un promoteur s'approvisionnant majoritairement en résidus forestiers à également produire de la granule premium qui commanderait sûrement un prix de vente moins élevé. De plus, l'approvisionnement actuel (portrait provincial) permettrait de justesse de produire 100% de granules domestiques pour le marché européen, ce qui n'est certes pas souhaitable dans un but de diversification des marchés.
- Comme il serait préférable de n'utiliser qu'un seul séchoir pour les deux produits en fonctionnant par lots (type de matière première) afin de diminuer l'investissement en ne dédoublant pas tous les équipements, cela élimine la possibilité d'utiliser de la sciure « contaminée » provenant des granules nord-américaines comme combustible lorsqu'on produit de la granule européenne pour ne pas la contaminer. A noter qu'on pourrait avoir recours à un séchoir à air indirect pour pallier à ce problème, mais l'investissement requis est beaucoup plus élevé. Le moyen relativement simple de contourner ce problème est de doter l'usine de deux réserves différentes de combustible ligneux pour le brûleur selon la production en cours, une pour la fibre sans écorce et une pour la fibre avec écorce.
- On remarque que 5,6% de l'approvisionnement en matière ligneuse est nécessaire pour assurer les besoins en séchage, soit amener l'humidité de la fibre de 50% à 10% sur base sèche. Par ailleurs, comme la proportion normale de fines particules après tamisage est de 3% (donc inférieure), cela signifie qu'on devra soit volontairement produire plus de fines, soit broyer de la bonne granule pour atteindre 5,6% de récupération malgré tout et ainsi profiter d'importantes économies par le remplacement du combustible fossile.
- Ainsi, des 94,4% restants de l'approvisionnement initial de 105 765 tma par année, on parvient à produire 50 000 tonnes par année de granules premium pour le marché nord-américain et

50 000 tonnes par année de granules domestiques pour le marché européen, toutes deux à 6% d'humidité, mais à des taux de cendre respectifs de 0,9% et 0,4%.

- Toutes ces questions reliées au grade ne se posent toutefois pas pour les bûches écologiques qui ne sont, pour l'instant, soumises à aucune norme en Amérique du Nord où le marché est plus florissant qu'en Europe. La production annuelle est donc de 15 000 tonnes à 6% d'humidité et un taux de cendre de 0,6% pour un approvisionnement de 15 865 tma par année.

6.5 Procédé de transformation

Les technologies nécessaires à la production de granules et de bûches écologiques sont relativement bien connues car les premières usines datent des années '70. Il s'est même développé au fil des ans, et plus spécifiquement depuis les années '90, une industrie de la fourniture d'équipements de production de granules et de bûches de bois densifié, en majorité concentrée aux États-Unis et en Europe. Il y a peu de joueurs canadiens sur le marché à l'heure actuelle, si ce n'est *Pellet Systems International* du Nouveau-Brunswick, qui propose par ailleurs un système innovateur de deux presses en tandem dont les matrices tournent l'une contre l'autre. Cette technologie n'exigerait pas de séchage pour tout approvisionnement à moins de 25% d'humidité ni de conditionnement suite au pressage, mais ses preuves restent cependant à être faites.

Parmi les principaux équipementiers établis, nous retrouvons entre autres :

- California Pellet Mills (États-Unis : broyeurs à marteaux, conditionneurs, presses à granules, refroidisseurs, tamis);
- Bliss (États-Unis : broyeurs à marteaux, conditionneurs, presses à granules, refroidisseurs, tamis);
- Buhler (Suisse : broyeurs à marteaux, conditionneurs, presses à granules, refroidisseurs, tamis);
- Andritz-Sprout (Autriche : broyeurs à marteaux, presses à granules, refroidisseurs, tamis);
- Promill-Stolz (France : broyeurs à marteaux, conditionneurs, presses à granules, refroidisseurs, tamis);
- C.F. Nielsen (Danemark : presses à bûches);
- Holzmag (Allemagne : presse à bûches);
- Dipiu (Italie : presses à bûches).

Outre la nouvelle technologie *KDS Micronex* mise au point par *First American Scientific Corp.* pour les petites capacités et dont les preuves restent à faire sur le marché, les principaux fabricants de séchoirs à tambour (aussi appelés rotatifs) sont les joueurs déjà présents dans l'industrie des panneaux composites qui utilisent eux aussi cette technologie, soit M-E-C, Dupps, Buttner

(Siempelkamp) et Schenkman (Dieffenbacher). Pour tous les équipements auxiliaires comme les silos d'entreposage, les convoyeurs et les empaqueteuses, il y a plusieurs manufacturiers locaux qui offrent des produits à prix concurrentiels.

La différenciation au niveau technique entre le procédé de fabrication des granules et des bûches écologiques est mince et repose principalement sur un équipement : la presse, à laquelle les équipements de refroidissement, de manutention et d'empaquetage s'ajoutent.

Ainsi, le procédé de transformation est présenté de façon schématique dans les pages qui suivent respectivement pour les granules et les bûches écologiques.

Figure 6.3 – Procédé de fabrication des granules

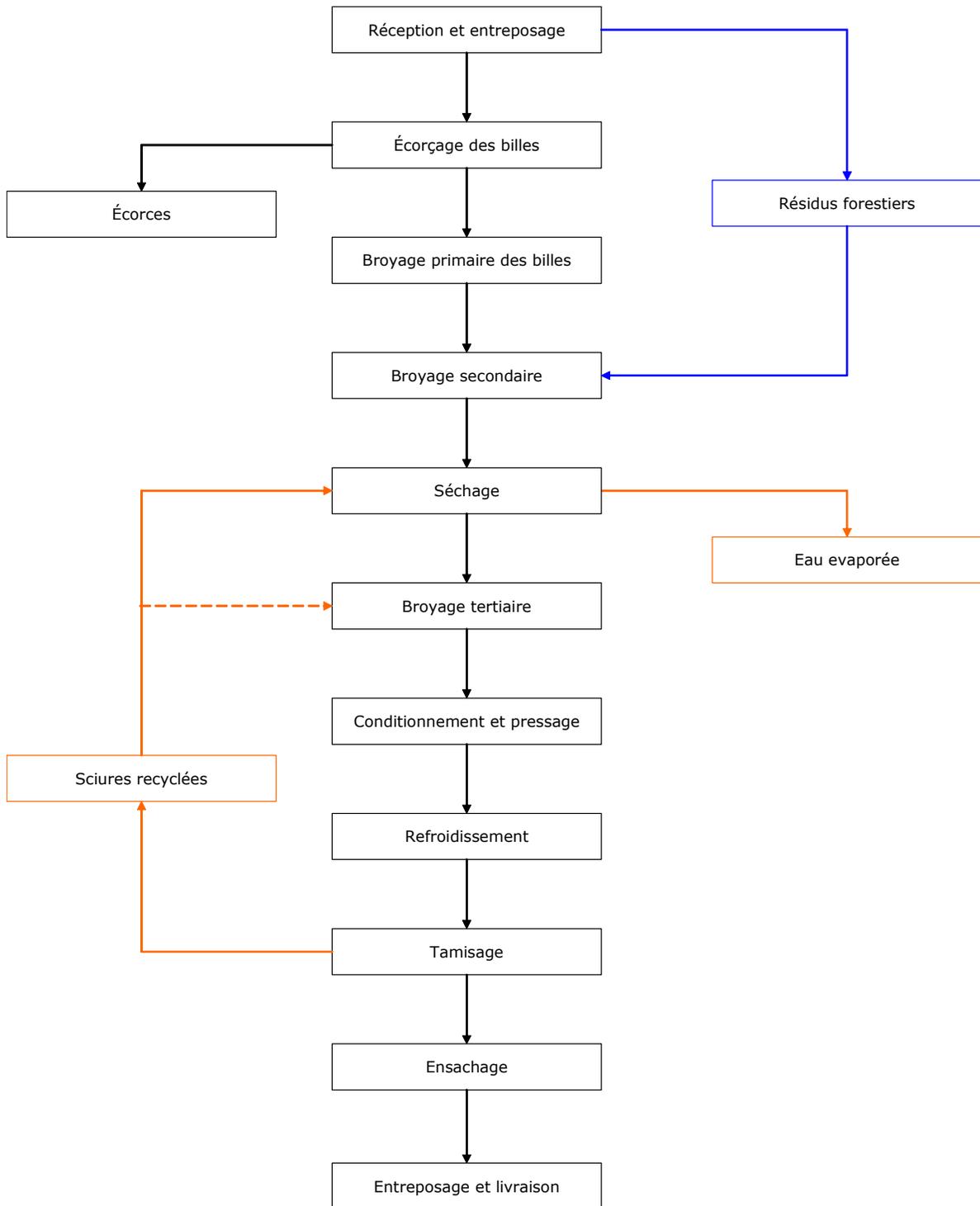
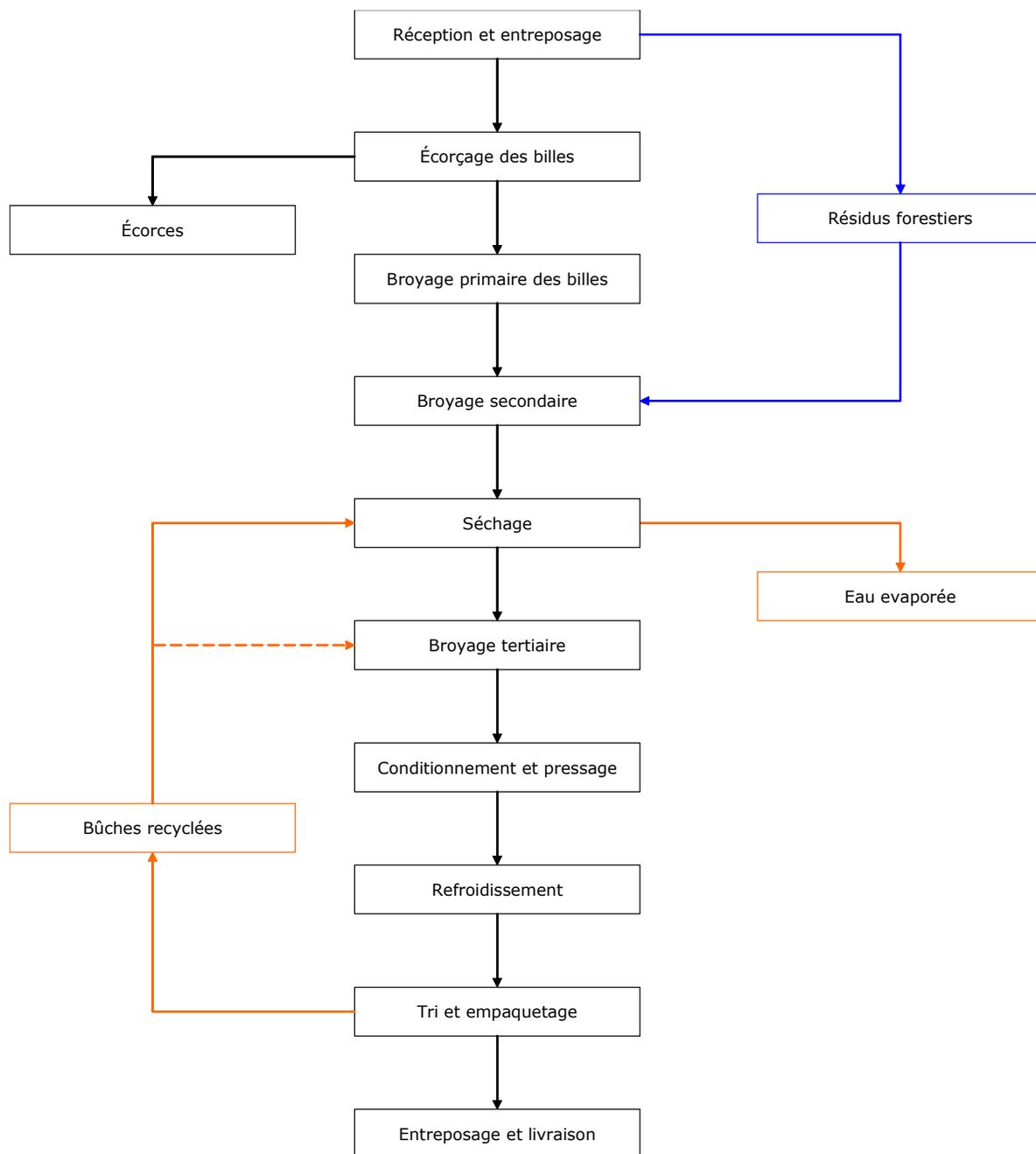


Figure 6.4 – Procédé de fabrication des bûches écologiques



Étape 1 : Réception et entreposage

La matière première est amenée à l'usine par camion soit sous forme de billes, soit sous forme de broyures tamisées. Les billes et les broyures sont entreposées les unes comme les autres dans la cour à bois, dans des piles séparées. Tel que mentionné précédemment, le tamisage des résidus de parterre de coupe en forêt aura déjà permis d'éliminer sensiblement toutes les matières étrangères des broyures, à savoir le sable, la terre, les feuilles et les aiguilles.

Étape 2 : Écorçage (facultatif)

Les billes sont d'abord écorcées dans un écorceur à anneau ou un écorceur à tambour. L'écorceur à anneau est légèrement moins dispendieux à l'achat que l'écorceur à tambour, mais généralement plus dispendieux à l'opération et moins versatile que l'écorceur à tambour pour les billes de petite dimension et de forme irrégulière. La capacité de production de l'écorceur à anneau est aussi légèrement moindre mais tout de même amplement suffisante pour une grosse usine de granules. L'objectif de l'écorçage est de diminuer le taux de cendre dans la granule ou la bûche écologique résultante, étant donné que l'écorce en contient typiquement 15 fois plus que la fibre ligneuse.

Comme les usines de granules ou de bûches écologiques ne possèdent généralement pas de chaudière à biomasse, l'écorce peut être revendue à un utilisateur régional (scierie ou papetière à proximité).

Étape 3 : Broyage primaire (facultatif)

À la sortie de l'écorceur, les billes sont broyées dans un broyeur lent pour atteindre une granulométrie de 25 à 125 mm (1-5"). Les broyeurs lents sont plus versatiles et robustes que les déchiqueteuses à couteaux mais ils produisent des broyures moins homogènes. Les étapes subséquentes de broyage permettent de remédier à cet inconvénient.

Étape 4 : Broyage secondaire

Les broyures écorcées ou non sont ensuite rebroyées pour uniformiser leur granulométrie avant le séchage afin de le rendre plus efficace. C'est donc à partir de cette étape que le procédé des deux approvisionnements se rejoint. Le broyage secondaire est effectué par un broyeur à marteaux et la granulométrie visée à cette étape est typiquement de l'ordre de 20 mm (3/4"). Le broyage final est effectué après le séchage car broyage de particules vertes requiert plus d'énergie que le broyage de particules sèches.

Étape 5 : Séchage

Les broyures fines sont ensuite envoyées dans un séchoir. Le type de séchoir le plus commun et efficace est le séchoir à tambour (aussi appelé rotatif). La matière première est alimentée dans le séchoir par une vanne rotative où un courant d'air chaud provenant du brûleur entraîne et réchauffe les broyures sur sa course le long du cylindre. Le séchoir à tambour peut être à simple (aller seulement) ou à triple passe (aller-retour-aller). L'énergie utilisée par le brûleur est soit de la biomasse fine (sciures), soit un combustible fossile (gaz naturel ou mazout). La disponibilité de

biomasse dans le procédé de fabrication de granules ou de bûches écologiques rend cette opportunité attrayante économiquement.

Le séchage doit être fait de façon à obtenir une humidité homogène de 8 à 10%. Par contre, les broyures ne doivent pas être surchauffées sinon elles ne se lieront pas correctement dans la presse. A noter que les risques de feu ne sont pas à négliger dans un séchoir à tambour. Il faut donc prévoir des mesures appropriées de détection et de suppression des incendies.

Étape 6 : Broyage tertiaire

Le broyage final s'effectue à nouveau par l'entremise d'un broyeur à marteaux afin d'amener la matière première à une granulométrie très fine de l'ordre de 3 mm (1/8") nécessaire pour le pressage subséquent.

Étape 6 : Conditionnement

Il y a deux méthodes principales de conditionnement : l'eau et la vapeur, la première étant évidemment moins dispendieuse que la seconde car elle ne requiert aucun équipement additionnel. Pour des raisons économiques, nous recommandons le conditionnement à l'eau, qui consiste à appliquer un fin brouillard sur la matière première qui encapsule les particules de bois dans une mince pellicule d'humidité. Le conditionnement à la vapeur vient en plus préchauffer la matière première ce qui aide encore davantage le pressage.

Dépendamment à quel marché le produit fini est destiné, il est aussi possible d'ajouter des facilitateurs de pressage, c'est-à-dire des additifs naturels qui augmentent l'efficacité des liants naturels que sont la résine et la lignine, surtout pour les essences feuillues qui en possèdent moins. Les additifs standards sont la lignine, l'amidon et l'huile végétale mais ils ne sont pas permis partout et pour toutes les catégories de produits.

L'injection de vapeur et d'eau se fait généralement en ligne, c'est-à-dire juste avant d'entrer dans la presse ou au broyeur tertiaire. L'ajout d'additifs requiert quant à lui un équipement additionnel, soit un mélangeur.

Étape 7 : Pressage

Le procédé de granulation ou de mise en bûches en tant que tel a lieu dans une presse à extrusion où la matière première est forcée de passer à travers une matrice de la forme voulue via la compression exercée par un rouleau. Un couteau vient ensuite couper les granules ou les bûches (après le refroidissement pour ces dernières) à la longueur désirée.

Les différents types de presse sont pour les granules : à matrice an anneau (« ring die ») ou à matrice à plat (« flat die ») ; et pour les bûches : à vis sans fin (« auger ») ou à piston (« piston »). Les spécifications de la matrice sont critiques car des essences différentes requièrent des épaisseurs et des matériaux de construction différents. Un approvisionnement constant de la presse est important pour maintenir l'équilibre et ainsi minimiser les bris.

Les paramètres d'opération de la presse, que sont la température et la pression, ainsi que l'humidité et la granulométrie du matériel en fonction des essences est également primordial. Le pressage s'effectue typiquement à une température de 100 à 150 °C (210-300 °F) et à une pression de 500 à 750 kPa (75-110 psi). Cette chaleur et cette pression font que la matière première perd un autre 2% d'humidité pour se retrouver à 6-8% d'humidité à la sortie de la presse. À noter que le taux de compression d'une presse est de plus de quatre fois (environ 150 kg/m³ à l'entrée contre environ 650 kg/m³ à la sortie).

Étape 8 : Refroidissement

La chaleur cause la fragilité de la granule ou de la bûche nouvellement formée. C'est pourquoi le refroidissement est utilisé pour stabiliser et raffermir le produit fini. Il y a trois types de refroidisseur pour les granules, soit horizontal, vertical ou à contre-courant. Ce dernier est le plus populaire car il réduit la quantité d'air ambiant requise. Physiquement, un refroidisseur est une trémie carrée ou ronde.

Pour les bûches, le refroidisseur consiste en un convoyeur à vis ouvert sur les côtés de 15 à 30 m (50-100') de long. En refroidissant, les granules ou bûches perdent un autre 2% d'humidité pour ainsi atteindre un taux d'humidité de 4 à 6%.

Étape 9 : Tamisage

Une fois que les granules ou bûches sont refroidies, un tamisage est requis pour séparer les fines particules des bonnes particules. Un tamis vibrant avec des ouvertures de 5 mm (3/16") est communément utilisé pour des granules de 6 mm (1/4"). En général, moins de 3% du matériel tamisé est retourné au broyage tertiaire et donc recyclé dans le procédé, n'engendrant aucune perte. Si plus de 5% du matériel est rejeté, des ajustements doivent être apportés au système, à moins que cela soit volontaire afin de produire davantage de combustible pour le séchoir.

Pour les bûches, le tri manuel des bûches complètes et cassées se fait manuellement par un opérateur en parallèle à l'emballage.

Étape 10 : Ensachage ou emballage

Enfin, les granules et bûches sont ensachées(ou entreposées en vrac dans le cas des granules pour le marché européen) ou emballées, respectivement. L'ensachage est généralement automatisé et l'emballage manuel. Les granules sont généralement vendues en sacs de 18 kg (40 lb) et les bûches en boîtes de carton de 6 à 12 bûches de 1,4 à 2,3 kg chaque (3-5 lb) pour le marché résidentiel et en vrac pour le marché industriel ou l'exportation. Un opérateur empile enfin les sacs ou les boîtes sur des palettes pour être vendues sur les différents marchés.

Étape 11 : Entreposage et expédition

L'entreposage se fait à l'extérieur sur des palettes d'une tonne pour les granules ensachées, dans un entrepôt sur des palettes d'une tonne également pour les bûches emballées ou dans des silos

ou un entrepôt pour les granules en vrac. L'expédition est généralement réalisée par camion, à moins que le produit fini soit destiné au marché étranger (par exemple, l'Europe).

En terminant, la manutention entre les différentes étapes du procédé est assurée par un mélange de convoyeurs à chaînes, à vis et à courroie, ou par transport pneumatique.

6.6 Équipements requis

Les principaux équipements requis pour la fabrication des granules et bûches écologiques, compte tenu de l'approvisionnement décrit précédemment, sont les suivants :

Usine de fabrication de granules

- Deux chargeuses frontales à grappin et à benne;
- Un écorceur à anneau;
- Un broyeur lent;
- Deux broyeurs à marteaux;
- Un séchoir rotatif à air direct;
- Quatre presses à granules;
- Quatre refroidisseurs à contre-courant;
- Un tamis vibrant;
- Une ensacheuse automatique;
- Système complet de dépoussiérage;
- Un chariot élévateur;
- Un compresseur d'air;
- Un lot de convoyeurs (à chaînes, à vis, à courroie et pneumatiques).

Usine de fabrication de bûches écologiques

- Une chargeuse frontale à grappin et à benne;
- Un écorceur à anneau;
- Un broyeur lent;
- Deux broyeurs à marteaux;
- Un séchoir rotatif à air direct;
- Deux presses à bûches;
- Deux refroidisseurs à vis;

- Système complet de dépoussiérage;
- Un chariot élévateur;
- Un compresseur d'air;
- Un lot de convoyeurs (à chaînes, à vis, à courroie et pneumatiques);

Des exemples d'équipements sont présentés en annexe.

6.7 Main-d'œuvre requise

Les ressources humaines requises pour opérer les équipements cités précédemment sont énumérées dans le tableau suivant :

Tableau 6.6 – Main-d'œuvre requise pour l'opération de l'usine de granules

Description du poste	Jour	Soir	Nuit	Week-end
Opérateur de chargeuse frontale et préposé à la réception	2	2	2	2
Opérateur de l'écorceur	1	1	1	1
Opérateur du séchoir	1	1	1	1
Opérateur des presses	1	1	1	1
Opérateur de l'ensacheuse	1	1	0	0
Opérateur de chariot élévateur et préposé à l'expédition *	1	0	0	0
Superviseur	1	1	1	1
Main-d'œuvre d'opération totale	8	7	6	6

* Note : Comme il n'y a pas de réception ni d'exception sur les quarts de soir, de nuit et de week-end, un opérateur de chargeuse devient aussi opérateur du chariot élévateur

Le personnel de direction sera composé de six personnes:

- Un gérant d'usine;
- Un responsable des achats;
- Un directeur des ventes;
- Un responsable de l'entretien mécanique;
- Un responsable de l'entretien électrique;
- Une secrétaire-comptable.

En tout, l'usine de granules emploiera donc 33 personnes considérant une opération sur quatre factions de travail (jour, soir, nuit et fin de semaine).

Tableau 6.7 – Main-d'œuvre requise pour l'opération de l'usine de bûches écologiques

Description du poste	Jour	Soir
Opérateur d'équipement mobile et préposé à l'entrepôt	1	1
Opérateur de l'écorceur et du séchoir	1	1
Opérateur des presses	1	1
Empaqueteur et palettiseur	1	1
Superviseur	0	1
Main-d'œuvre d'opération totale	4	5

* Note : Comme il n'y a pas de superviseur sur le quart de jour, le personnel de direction s'acquittera de cette tâche

Le personnel de direction sera composé de quatre personnes:

- Un gérant d'usine;
- Un directeur administratif (achats et ventes);
- Un responsable de l'entretien mécanique et électrique;
- Une secrétaire-comptable.

En tout, l'usine de granules emploiera donc 13 personnes considérant une opération sur deux factions de travail (jour et soir). A noter qu'une partie de l'entretien mécanique et électrique sera soit réalisé par les opérateurs, soit à contrat par une firme externe (besoins ponctuels).

6.8 Aménagement de l'usine

Un bâtiment d'acier isolé et chauffé de 35 m (120') x 75 m (250'), soit de l'ordre de 2700 m² (30 000 pi.ca.), contiendra tous les équipements nécessaires à la production des granules. L'usine de fabrication de bûches écologiques mesurera quant à elle 25 m (90') x 60 m (190'), pour une superficie de 1500 m² (17 000 pi.ca.). Les usines auront une hauteur libre de 20'. Pour plus de détails, les plans d'aménagement des usines de granules et de bûches écologiques se retrouvent en annexe.

Les machines produisant des poussières auront des points d'aspiration reliés au système de dépoussiérage. En accord avec l'article 152 du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, ce dernier rencontrera la limite de 50 mg/m³ dictée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Le séchoir rotatif aura son propre système de

dépoussiérage car il est soumis à une norme d'émission de particules différentes. Il s'agit de l'article 153 du même règlement qui réfère à l'annexe C. Selon le bilan de masse, le taux d'alimentation du séchoir est de 17,9 tmv/h (149 910 tmv/an) pour l'usine de granules contre 5,9 tmv/h (22 487 tmv/an) pour l'usine de bûches. Pour un séchoir neuf, la norme d'émission de particules serait donc respectivement de 13,8 kg/h pour l'usine de granules et de 6,6 kg/h pour l'usine de bûches écologiques en prenant l'équation $E = 2p^{0.67}$ où E désigne la norme d'émission en kg/h et p le taux d'alimentation du procédé en t/h. Pour rencontrer cette norme, un précipitateur électrostatique humide ne sera pas requis car les équipements traditionnels, tels les multi-cyclones, sont suffisants. Le broyeur lent sera quant à lui installé dans une pièce fermée à part pour une question d'insonorisation.

La matière première, tant les broyures que les billes, sera entreposée directement sur le sol dans la cour à bois. Cette réserve pourra contenir trois mois d'approvisionnement, car il n'y a pas de transport pendant la saison printanière où les chemins forestiers ne sont pas toujours praticables et il n'y a pas de récolte des bois feuillus d'avril à septembre pour éviter qu'ils se dégradent dû à la présence de sève. La superficie de la cour de la cour devra donc être de 40 000 m² (420 000 pi.ca.) pour l'usine de granules, contre 6000 m² (65 000 pi.ca.) pour l'usine de bûches écologiques, en considérant des piles de 4 m (13' de haut).

Enfin, les produits finis, sont soit accumulés à l'extérieur lorsque ensachés (granules), soit à l'abri des intempéries lorsque empaquetés (bûches) ou en vrac (granules). La capacité d'entreposage sera d'environ quatre mois de production car les ventes printanières et estivales sont faibles. À raison de palettes de 40" x 48" et considérant un empilement de deux palettes de haut et 50% de la production en sacs (portion nord-américaine), l'espace requis est de 12 000 m² (130 000 pi.ca.) pour les granules ensachées, contre un bâtiment isolé mais non chauffé d'une superficie de 6500 m² (70 000 pi.ca.) pour les granules en vrac destinées au marché européen, en considérant des piles de 4 m (13' de haut). Pour l'usine de bûches écologiques, 3600 m² (40 000 pi.ca.) d'espace intérieur sont requis toujours avec des palettes de 40" x 48" empilées deux de haut.

Ainsi, le site ou terrain requis serait d'une superficie totale d'environ 70 000 m² (750 000 pi.ca.) pour l'usine de granules, contre 13 000 m² (140 000 pi.ca.) pour l'usine de bûches écologiques, en considérant environ 15% de terrain vacant pour la circulation.

7 Produits hybrides et innovateurs

Notre brève analyse des produits hybrides et innovateurs est réalisée ici sous l'angle d'une possible concurrence avec les produits issus de la filière bioénergétique (granules et bûches écologiques). Cette concurrence potentielle peut s'exécuter de deux façons : au niveau de l'approvisionnement ou des marchés.

7.1 Compétition pour l'approvisionnement

Au niveau de l'approvisionnement, la féroce compétition du secteur du panneau composite (panneaux de particules et de fibre à moyenne densité ou MDF en anglais) se fait déjà rudement sentir chez les producteurs de bûches et granules existants, en ce qui a trait à l'approvisionnement en sous-produits de première et deuxième transformation avec la récente hausse des prix de la matière première au Québec. A moyen terme, les panneaux de gaufres orientées (OSB en anglais) pourraient aussi devenir des compétiteurs de la filière bioénergétique pour les volumes non alloués voire les résidus forestiers dans certaines régions et pour certaines essences spécifiques, notamment les feuillus à faible densité comme le peuplier faux-tremble et le bouleau blanc.

Ce combat pour la fibre s'exercera aussi vraisemblablement avec une autre industrie en pleine croissance, soit les biocarburants. Les deux principaux produits émergents en Amérique du Nord et en Europe sont l'éthanol et le biodiésel. Comme il n'existe actuellement aucun procédé qui permet de produire du biodiésel à partir de biomasse forestière, contrairement à l'éthanol, nous nous attarderons donc à ce dernier qui constitue de loin la menace la plus sérieuse, surtout avec la volonté des gouvernements fédéral et provincial de développer les biocarburants.

Le meilleur exemple de cette volonté politique est la récente annonce par le Premier Ministre du Québec d'investissements de 25 M\$, incluant 6 M\$ d'argent public, dans la création d'une chaire universitaire et la mise sur pied de deux usines pilotes d'éthanol en Estrie utilisant le procédé dit cellulosique, dont l'une à partir de biomasse forestière. La compagnie Kruger est le partenaire privé de ce projet.

7.1.1 Éthanol

L'éthanol est un alcool sans eau à fort indice d'octane produit à partir des sucres fermentés ou les amidons transformés de produits renouvelables tels que le maïs, la canne à sucre, la paille ou la biomasse forestière.

L'éthanol est utilisé comme économiseur ou additif de l'essence. En tant qu'économiseur, il sert d'ingrédient de remplacement à des concentrations de 5 à 10% (E5 et E10) et réduit les émissions de gaz à effet de serre. En tant qu'additif, il accroît l'indice d'octane et ajoute de l'oxygène, ce qui diminue les émissions de CO étant donné la combustion plus complète. L'éthanol est envisagé comme le substitut le plus logique au MTBE en cours d'élimination progressive aux États-Unis. Il sert également d'antigel, empêchant le carburant de geler par temps froid.

Les moteurs conventionnels à essence ne nécessitent aucune modification pour être alimentés jusqu'à 10% d'éthanol. Un mélange de carburant contenant jusqu'à 85% d'éthanol (E85) peut être utilisé dans les voitures munies d'un moteur dit « polycarburant » ou « flex fuel » (un dispositif qui coûte environ 200 \$). En dehors du Midwest américain, les installations d'approvisionnement en E85 sont par contre quasi inexistantes. Le E85 est en ce moment sensiblement plus coûteux que l'essence.

L'éthanol est communément produit par la fermentation de toute biomasse présentant une teneur élevée en glucides, selon un procédé qui s'apparente au brassage de la bière. Les principales étapes de fabrication sont : séparer la biomasse en trois composantes (cellulose et hémicellulose, lignine et extractibles) ; transformer la cellulose et l'hémicellulose en sucres puis les fermenter ; purifier le liquide de fermentation en produits finis.

Il existe deux méthodes de transformation des grains en éthanol, soit la mouture sèche et la mouture humide. La seule différence entre les deux méthodes tient à la préparation de la matière première pour la fermentation (grain entier ou séparé).

On peut également produire de l'éthanol à partir de déchets urbains, ainsi que de résidus agricoles et forestiers. Quatre technologies de transformation sont actuellement utilisées ou en cours de développement. La conversion de la cellulose d'acide concentré recourt à de l'acide sulfurique pour dissoudre et hydrolyser la cellulose dans les sucres (e.g. Arkenol en Californie à partir de paille de riz et Masada Resources dans l'état de New York à partir de déchets urbains). La conversion de la cellulose acide diluée hydrolyse l'hémicellulose et la cellulose en deux étapes avant la fermentation (e.g. Tembec au Québec à partir de biomasse forestière). L'hydrolyse par voie enzymatique permet d'effectuer l'hydrolyse à l'aide d'enzymes plutôt que d'acides (e.g. Iogen en Ontario). La fermentation des gaz de synthèse recourt à un procédé de gazéification pour transformer la biomasse en gaz combustible, ensuite transformé en éthanol à l'aide de bactéries (e.g. Bioresearch Engineering).

Selon la matière première et la technologie utilisées, le rendement varie de 300 à 500 litres d'éthanol obtenus par tonne sèche de biomasse traitée.

Il existe quatre usines de production d'éthanol dans l'Est du Canada, dont la moitié appartiennent à Les Alcools de Commerce Inc., qui exploite deux distilleries, soit à Chatham et à Tilverton en Ontario. La distillerie de Tilverton est en opération depuis 10 ans et produit 22 millions de litres d'éthanol par année. La distillerie de Chatham constitue la plus importante usine du genre au Canada et produit 150 millions de litres d'éthanol par année. Cette distillerie a été conçue en vue d'augmenter sa production annuelle à 300 millions de litres. Elle comptera alors parmi les plus importantes du monde.

Les Alcools de Commerce Inc. procède en ce moment à la construction d'une distillerie à Varennes près de Montréal, dont la fin est prévue pour 2007. Nécessitant un investissement de 100 M\$, les 120 millions de litres produits par année seront entièrement vendus à Pétro-Canada.

Toujours au Québec, Tembec produit 15 millions de litres d'éthanol au Témiscamingue et est le premier fournisseur d'alcool à 95% pour l'industrie du vinaigre. Logen Corporation a construit et opère la quatrième usine de production d'éthanol dans l'Est du Canada. Située à Ottawa, il s'agit d'une usine pilote d'une capacité de 3 millions de litres par année utilisant des résidus agricoles. Logen évalue présentement des localisations potentielles pour la construction de leur première usine commerciale d'une capacité annuelle d'au moins 200 millions de litres.

Le Canada produit environ 250 millions de litres d'éthanol annuellement, soit 64 fois moins que le Brésil ou les États-Unis (respectivement à partir de canne à sucre et de maïs). Le Québec n'en produit actuellement que 15 millions de litres par année et n'en consomme à peu près pas non plus (moins de 1% des 8 milliards de litres d'essence vendus dans la province, contre 7% pour le reste du Canada). Il faut dire qu'il y a seulement une centaine de stations-services qui vendent de l'éthanol au Québec.

Ford, Chrysler, GM et Mazda vendent maintenant des voitures *flex fuel* pouvant utiliser du E85. Il y a 4 millions de ces automobiles sur les routes aux États-Unis.

7.2 Compétition pour le marché

Au niveau du marché, les principaux compétiteurs potentiels des granules et bûches écologiques sont la bûche à la paraffine déjà mentionnée dans la section marché et les granules et ballots faits à partir de résidus agricoles comme la paille de blé et de maïs, ainsi que des herbes à croissance rapide comme l'herbe à l'éléphant et des essences de bois à croissance rapide comme le saule.

La production d'énergie à des fins commerciales et industrielles est l'application la plus évidente pour les résidus agricoles car ceux-ci peuvent alors être mis en ballot de façon traditionnelle et brûlés comme tel dans des chaudières à haute puissance (typiquement > 200 kW avec contrôle de la combustion et nettoyage des gaz de combustion), ce qui pourrait affecter négativement les perspectives de demande des granules standard, surtout en Europe où ce marché est plus vigoureux qu'en Amérique du Nord. En ce qui a trait au marché résidentiel, les caractéristiques intrinsèques des résidus agricoles posent d'importants problèmes, à certains égards, lors de leur mise en granules :

- Bas taux de lignine qui ne favorise pas le pressage;
- Haut taux de silice qui use prématurément les équipements de production et fait augmenter substantiellement le taux de cendre (jusqu'à 3%);
- Haute friabilité qui cause beaucoup de fines lors de la manipulation et des émissions plus importantes lors de la combustion (entre autres de NOx, SOx et HCl).

Autrement, la capacité calorifique des résidus agricoles n'est que légèrement plus faible que celle du bois et la ressource est renouvelable annuellement (contre au moins dix ans même pour des essences à croissance rapide pour le bois) avec des rendements à l'hectare comparables.

Le Danemark est un leader dans l'utilisation des résidus agricoles à des fins énergétiques. Il y a également un bon potentiel dans les pays d'Europe du Sud (Italie, Espagne, etc.) et dans l'Ouest canadien et américain, où certaines entreprises ont déjà débuté la production et la mise en marché de granules à base de résidus agricoles (dont Earthtech au Minnesota et Central Grain au Manitoba). Il n'y a pas vraiment de normes applicables aux granules agricoles étant donné que c'est un marché marginal à l'heure actuelle et les poêles à granules sont par ailleurs utilisés pour la combustion en milieu résidentiel pour le moment, à défaut d'équipements mieux adaptés.

Par contre, la bioénergie agricole fera vraisemblablement elle-même face dans un avenir rapproché à sa propre compétition de la part d'autres utilisateurs industriels pour la matière première. Il s'agit curieusement des mêmes secteurs qui compétitionnent la bioénergie forestière sur l'approvisionnement : les panneaux et les biocarburants.

En effet, le secteur du panneau composite commence également à s'intéresser à la fibre agricole. Des projets d'usine de panneaux de particules ou de fibre à moyenne densité ont ainsi vu le jour au Canada et aux États-Unis (Manitoba et Dakota du Nord) ces dernières années, et d'autres projets sont en cours de développement, notamment au Canada, aux États-Unis, en Europe de l'Est et en Chine. L'utilisation de la résine diisocyanate ou MDI, qui est de trois à cinq fois plus dispendieuse que la colle urée formaldéhyde généralement utilisée dans l'industrie du panneau, a longtemps été un frein au développement du panneau agricole, mais des technologies sont en cours de développement pour permettre l'utilisation de l'urée formaldéhyde avec la fibre agricole, dont la paille de blé. Il se fait également de la recherche pour l'utilisation de la paille de maïs dans la fabrication de panneaux à gaufres orientées.

7.2.1 Biodiésel

Outre l'éthanol dont nous avons déjà discuté, un autre biocarburant peut utiliser la ressource agricole comme matière première, soit le biodiésel. Le biodiésel est un carburant renouvelable qui brûle sans résidu et qui est fabriqué à partir de différents produits organiques comme les huiles végétales (soya aux États-Unis et colza en Europe), les graisses animales et les huiles de friture recyclées.

En plus d'être biodégradable, le biodiésel réduit les émissions de gaz à effet de serre et de soufre. Les moteurs conventionnels au diesel ne nécessitent aucune modification pour être alimentés jusqu'à 20% de biodiésel (B20). Actuellement, les marchés nord-américains du biodiésel sont le transport en commun, le transport maritime et l'utilisation dans des régions à environnement fragile.

Le transport routier est l'opportunité la plus intéressante pour ce produit et le gouvernement canadien songe à imposer un contenu minimal de biodiésel d'ici quelques années. Le B20 est en ce moment sensiblement plus coûteux que le pétro-diesel.

Le biodiésel est fabriqué selon un procédé appelé « transestérification » en combinant une huile ou un gras naturel à un alcool, comme le méthanol ou l'éthanol. Le procédé génère deux produits : des esters méthyliques (la désignation chimique du biodiésel) et de la glycérine.

Il existe une seule usine de production de biodiésel au Canada et elle est située à Sainte-Catherine, près de Montréal. Elle appartient à Rothsay, une division de Les Aliments Maple Leaf Inc. L'usine a une capacité annuelle de 35 millions de litres et a nécessité un investissement de 15 M\$ en 2005. Toute sa production est exportée en Ontario, aux États-Unis et même en Europe. Rothsay possède également six usines d'équarrissage au Canada.

Rothsay utilise un approvisionnement composé presque à parts égales de graisse animales et d'huiles de friture recyclées. Ils ne possèdent pas d'installations de mélange et produisent donc seulement du B100. Sonic s'occupe de cette tâche. Devant l'engouement, Rothsay souhaite doubler la capacité de son usine ou construire une seconde usine en Ontario ou aux États-Unis.

Biox Corporation procède en ce moment à la construction d'une seconde usine canadienne à Hamilton. Sa capacité de production sera de 60 millions de litres de biodiésel par année et sa mise en marche est prévue d'ici la fin de 2006.

En bref, le secteur du panneau et des biocarburants pourrait donc venir causer le même genre de tracasseries sur l'approvisionnement aux promoteurs de projets de bioénergie agricole qu'à ceux de bioénergie forestière, qui se battent donc à armes égales au point de vue du marché. Les granules et bûches de bois densifié possèdent cependant certains avantages techniques non négligeables, tel que mentionné précédemment, et aussi l'atout indéniable d'avoir pénétré le marché en premier.

8 Préfaisabilité financière

8.1 Coût budgétaire d'investissement des projets

Le coût budgétaire d'investissement des deux projets d'usine inclut l'achat du terrain et du bâtiment, l'achat et l'installation des équipements, ainsi que les frais de démarrage et le fonds de roulement. Pour l'évaluation du coût de la majorité des équipements, des soumissions furent demandées à des fournisseurs reconnus dans leur domaine (voir en annexe). Le coût des bâtiments et de l'installation des équipements est quant à lui basé sur notre expérience dans des projets similaires.

Les tableaux suivants présentent les coûts engendrés pour l'implantation d'usines de fabrication neuves (« greenfield »), donc sans aucun équipement ni bâtiment usagé.

Tableau 8.1 – Coût budgétaire du projet d'usine de fabrication des granules

Éléments du coût	Coût budgétaire
Achat du terrain et aménagement du site	750 000 \$
Achat et montage du bâtiment de l'usine	1 800 000 \$
Achat et montage du bâtiment de l'entrepôt des produits finis (granules en vrac)	1 400 000 \$
Achat et installation du système de dépoussiérage	684 000 \$
Achat et installation d'une entrée électrique de 5000 A et d'un transformateur	240 000 \$
Achat et installation de la ligne de fabrication	5 384 160 \$
Fonds de roulement et frais de démarrage	3 339 971 \$
Achat de l'équipement roulant	850 000 \$
Sous-total	14 448 131 \$
Contingences (10%)	1 444 813 \$
Coût budgétaire total	15 892 944\$

Tableau 8.2 – Coût budgétaire du projet d'usine de fabrication des bûches écologiques

Éléments du coût	Coût budgétaire
Achat du terrain et aménagement du site	140 000 \$
Achat et montage du bâtiment de l'usine	1 020 000 \$
Achat et montage du bâtiment de l'entrepôt des produits finis	800 000 \$
Achat et installation du système de dépoussiérage	282 000 \$
Achat et installation d'une entrée électrique de 2500 A et d'un transformateur	120 000 \$
Achat et installation de la ligne de fabrication	3 409 200 \$
Fonds de roulement et frais de démarrage	1 804 468 \$
Sous-total	7 575 668 \$
Contingences (10%)	757 567 \$
Coût budgétaire total	8 333 235 \$

Les principales hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Terrain à 1 \$/pi² ;
- Bâtiment principal avec une hauteur libre de 20 pieds à 60 \$/pi², incluant fondations et structure, chauffage et ventilation, système de protection incendie, bureaux et services ;
- Entrée électrique de 5000 A pour l'usine de granules et de 2500 A pour l'usine de bûches ;
- Entrepôt des produits finis avec une hauteur libre de 20 pieds à 20 \$/pi², incluant fondations et structure ;
- Un taux de change de 1 \$ US = 0,93 \$ CA valide en date du 15 mai 2007 est considéré pour les soumissions obtenues en dollars américains ;
- Les frais d'installation mécanique et électrique sont estimés à 20% du coût d'achat des équipements;
- Pour l'usine de bûches, les équipements roulants (chargeuse mobile et chariots élévateur) seront loués pour réduire l'investissement, tandis qu'ils seront achetés pour l'usine de granules car les frais de location deviennent rebutants pour une opération 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 ;
- Le fonds de roulement inclut la portion de l'inventaire de démarrage en matières premières et en produits finis ainsi que les comptes à recevoir non couverte par la marge de crédit, tandis que les frais de démarrage comprennent toutes les dépenses à encourir en coûts indirects d'ici la mise en marche de l'usine (formation du personnel, déboursés initiaux, honoraires professionnels pour montage du projet et fonds de rodage de l'entreprise), test et essais,

permis, frais légaux et gestion de projet), ainsi que 50% des coûts d'opération et d'administration (excluant l'approvisionnement) pour cette même période.

8.2 Coût des équipements de production

Le tableau suivant présente la ventilation du coût relié aux équipements de production de chacune des deux usines.

Tableau 8.3 – Investissement requis pour les équipements de production de l'usine de granules

ÉQUIPEMENTS	PRIX
1. Écorceuse à anneaux Nicholson A6 (140 pieds/min)	275 000 \$
2. Entrée et sortie écorceuse, benne à écorces	250 000 \$
3. Broyeur lent Doppstadt DW2060 (20 tmv/h)	325 000 \$
4. Broyeurs à marteaux RODAIR LV 513-38 (2 x 13,8 tma/h)	138 000 \$
5. Séchoir rotatif à air direct Dupps QP11 (22,1 tmv/h)	1 300 000 \$
6. Presses à granules Sprout (4 x 4,5 t/h)	1 188 000\$
7. Refroidisseurs à contre-courant Sprout (4 x 4,5 t/h)	220 800\$
8. Tamis rotatif Sprout (18 t/h)	30 000 \$
9. Ensacheur-peseur Premier Tech FFS-200E (30 sacs/min)	190 000 \$
10. Palettiseur Premier Tech AP-425E (27 sacs/min)	195 000 \$
11. Plenum et réservoirs tampons	100 000 \$
12. Lot de convoyeurs à vis, à courroie et pneumatiques	200 000 \$
13. Cabine insonorisante pour broyeur lent	25 000 \$
14. Compresseur et réseau d'air comprimé	50 000 \$
SOUS-TOTAL	4 486 800 \$
Installation mécanique et électrique (20%)	897 360 \$
TOTAL	5 384 160 \$

Note : Les chiffres entre parenthèses indiquent généralement la capacité de l'équipement

Tableau 8.4 – Investissement requis pour les équipements de production de l’usine de bûches écologiques

ÉQUIPEMENTS	PRIX
1. Écorceuse à anneau Nicholson (140 pieds/min)	275 000 \$
2. Entrée et sortie écorceuse, benne à écorces	175 000 \$
3. Broyeur lent Doppstadt DW2060 (20 tmv/h)	325 000 \$
4. Broyeurs à marteaux RODAIR LV 410-30 (2 x 5,8 tma/h)	106 000 \$
5. Séchoir rotatif à air direct Dupps QP8 (6,6 tmv/h)	900 000 \$
6. Presses à bûches CF Nielsen (2 x 2,2 t/h)	950 000 \$
7. Refroidisseurs à vis CF Nielsen	inclus
8. Lot de convoyeurs à vis, à courroie et pneumatiques	75 000 \$
9. Cabine insonorisante pour broyeur lent	25 000 \$
10. Compresseur et réseau d’air comprimé	10 000 \$
SOUS-TOTAL	2 841 000 \$
Installation mécanique et électrique (20%)	568 200 \$
TOTAL	3 409 200 \$

À noter que ces prix budgétaires devront être validés, en temps et lieu, par des soumissions fermes afin d’améliorer leur précision.

8.3 Coût de la matière première

Selon l’hypothèse émise à la section 6.1 comme quoi l’approvisionnement se ferait dans une proportion de 45,9 % en bois rond (billes) contre 54,1 % en broyures tamisées, et en considérant que l’approvisionnement proviendrait d’une distance de l’ordre de 100 km, nous obtenons un prix moyen pondéré de 52,49 \$/tma pour la matière première de l’usine de granules et de 59,55 \$/tma pour l’usine de bûches. La différence s’explique par les économies d’échelle générées par une opération de plus grande envergure en forêt afin d’alimenter l’usine de granules.

8.4 Coût de la main-d’œuvre

Le tableau suivant présente les salaires de la main-d’œuvre directe, la main-d’œuvre indirecte ainsi que du personnel administratif. Les avantages sociaux du personnel d’opération sont de 15% plus

6 % pour la CSST plus 1% de formation de main-d'œuvre. Les avantages sociaux du personnel administratif sont de 20% plus 4% pour la CSST plus 1% de formation de main-d'œuvre. Le nombre moyen d'heures travaillées par jour et par faction est de huit, soit 40 heures par semaine, et 50 semaines par année. Nous considérons également un recours au temps supplémentaire de 3% pour le personnel d'opération (10% pour le superviseur et 15% pour les responsables de l'entretien). L'usine de granules fonctionne 160 heures par semaine sur quatre factions avec 8 heures pour l'entretien alors que l'usine de bûches fonctionne sur deux factions de 8 heures sur 5 jours. Le coût du temps supplémentaire relié au travail lors des jours fériés pour le personnel d'opération de l'usine de granules n'a pas été considéré.

Tableau 8.5 – Salaires du personnel d’opération et administratif pour l’usine de granules

Opération	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Chargeuse frontale et réception	8	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Écorceur	4	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Séchoir	4	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Presses	4	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Ensacheuse	2	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Chariot élévateur et expédition	1	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Sous-total - Opération	23				751 456 \$
Entretien	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Responsable entretien mécanique et électrique	2	20 \$	22%	15%	58 365 \$
Supervision	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Superviseur	4	17,50 \$	22%	10%	48 849 \$
Administration	Nombre d’employés	Salaire annuel	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Gérant d’usine	1	70 000 \$	25%	0%	87 500 \$
Responsable des achats	1	40 000 \$	25%	0%	50 000 \$
Directeur des ventes	1	50 000 \$	25%	0%	62 500 \$
Secrétaire-comptable	1	30 000 \$	25%	0%	37 500 \$
Sous-total - Administration	4				237 500 \$
TOTAL	33				1 301 072 \$

Tableau 8.6 – Salaires du personnel d’opération et administratif pour l’usine de bûches écologiques

Opération	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Équipement mobile et entrepôt	2	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Écorceur et séchoir	2	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Presses	2	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
Empaquetage	2	12,50 \$	22%	3%	32 672 \$
<i>Sous-total - Opération</i>	8				261 373 \$
Entretien	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Responsable entretien mécanique et électrique	1	20 \$	22%	15%	58 365 \$
Supervision	Nombre d’employés	Taux horaire	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Superviseur	1	17,50 \$	22%	10%	48 849 \$
Administration	Nombre d’employés	Salaire annuel	Avantages sociaux	Temps supplémentaire	Rémunération globale
Gérant d’usine	1	70 000 \$	25%	0%	87 500 \$
Directeur administratif	1	50 000 \$	25%	0%	62 500 \$
Secrétaire-comptable	1	30 000 \$	25%	0%	37 500 \$
<i>Sous-total - Administration</i>	3				187 500 \$
TOTAL	13				556 086 \$

8.5 Rentabilité des projets

8.5.1 Hypothèses financières

Les hypothèses financières retenues pour l’analyse de rentabilité des projets d’usine de fabrication de granules et de bûches écologiques sont les suivantes :

- Nous avons estimé que l’usine de granules fonctionnerait en moyenne à 40,5% de sa capacité de production la première année (62,7% pour l’usine de bûches), 99% la deuxième année pour

l'usine de granules et 100% les années suivantes, ce qui nous considérons conservateur, selon les hypothèses que voici :

- Durant les trois premiers mois d'opération de l'usine de granules, une seule équipe de travail serait à l'œuvre, à un taux de productivité moyen de 30%. Du quatrième au sixième mois, deux équipes seraient à l'œuvre à des taux de productivité moyen respectifs de 55 et 40%. Du septième au neuvième mois, il y aurait trois équipes avec des taux de productivité respectifs de 85, 65 et 50% et, du dixième au douzième mois, quatre équipes avec des taux de productivité respectifs de 100, 93, 75 et 55%. Du treizième au quinzième mois, ces quatre équipes auraient des taux de productivité respectifs de 100, 100, 99 et 83%. Finalement, au seizième mois, seule la quatrième équipe a un taux de productivité de 95%. La période de rodage de l'usine de granules est donc de 17 mois. Pour l'usine de bûches, cette période est de 11 mois étant donné qu'il y a seulement deux équipes à roder.
- Les consommables de production autres que l'énergie sont les emballages, soit les sacs de plastique pour les granules ensachées (50 % de la production) et les boîtes de carton pour les bûches écologiques, que nous estimons respectivement à 22 ¢ et 5 ¢ l'unité, ainsi que les frais d'utilisation des équipements mobiles (carburant ou frais de location) ;
- Selon les données de l'étude de marché, le prix de vente des produits finis (prix FOB usine donc excluant le transport) est de 145 \$/t pour la granule en sac (catégorie Premium, Amérique du Nord) et 115 \$/t pour la granule en vrac (catégorie Domestique, Europe), ainsi que 300 \$/t pour les bûches écologiques ;
- Les écorces récupérées à l'écorçage sont revendues au prix de 10 \$/tmv FAB consommateur, donc incluant le transport de l'usine de granules ou de bûches écologiques jusqu'au client ;
- Prêts à long terme de 9 540 000 \$ (usine de granules) et de 5 000 000 \$ (usine de bûches), correspondant à 60% de l'investissement total, financés sur sept ans à 8% d'intérêts ;
- L'amortissement est linéaire à 5% pour le bâtiment (20 ans) et à 10% pour les équipements (10 ans) pour fins comptables, mais dégressif à 4% pour le bâtiment et à 30% pour les équipements de production pour fins d'impôts (demi-taux pour première année) ;
- L'électricité est au tarif M de Hydro-Québec valide en date du 15 mai 2007, soit 13,23 \$ du kW plus 4,31 ¢ du kWh pour les premiers 210 000 kWh par mois et 2,81 ¢ du kWh pour l'excédent ;
- Le chauffage est au gaz naturel selon le prix de référence de Gaz Métropolitain au 15 mai 2007 pour la fourniture de gaz de naturel et le gaz de compression, incluant transport, équilibrage et distribution ;
- Pas d'inflation, tout en dollars constants ;
- Taux d'imposition combiné (fédéral + provincial) de 32%, pas de taxes sur le capital ;
- Aucune subvention ni crédit d'impôt ;

- Taxes foncières et scolaires de 2 \$ par 100 \$ d'évaluation ;
- Assurances au coût de 95 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 50 000 \$ par année pour l'usine de bûches écologiques ;
- Fournitures de bureau au coût de 5 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 3 000 \$ par année pour l'usine de bûches écologiques ;
- Télécommunications au coût de 10 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 3 000 \$ pour l'usine de bûches écologiques ;
- Frais bancaires au coût de 30 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 12 000 \$ pour l'usine de bûches écologiques ;
- Honoraires professionnels au coût de 50 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 25 000 \$ pour l'usine de bûches écologiques ;
- Frais de vente (voyages, représentation, promotion et commission) au coût de 3 % des revenus;
- Frais de location des équipements mobiles au coût de 20 \$/h pour le chariot élévateur et 80 \$/h pour la chargeuse frontale, incluant le carburant ;
- Services externes spécialisés d'entretien au coût de 50 000 \$ par année pour l'usine de granules contre 25 000 \$ par année pour l'usine de bûches écologiques ;
- Frais d'entretien (pièces de rechange, huiles, lubrification, etc.) au coût de :
 - 15% par année de sa valeur d'achat pour l'écorceur ;
 - 3% par année de sa valeur d'achat pour le séchoir ;
 - 20% par année de leur valeur d'achat pour les broyeurs ;
 - 2% par année de leur valeur d'achat pour les équipements auxiliaires (compresseur, convoyeurs, etc.) ;
 - 10% par année de leur valeur d'achat pour les presses (granules et bûches) ;
 - 15% par année de leur valeur d'achat pour le matériel roulant.

Les principales dépenses d'entretien des équipements consistent en effet au remplacement des dents et marteaux des broyeurs, des couteaux de l'écorceur ainsi que des rouleaux et matrices des presses.

Plus spécifiquement en ce qui a trait au fonds de roulement, celui-ci comprend les éléments suivants :

- 50% de la valeur de l'inventaire de matière première pour un mois et demi de production (équivalent de 6580 tma de biomasse forestière pour l'usine de granules, contre 987 tma pour l'usine de bûches écologiques) ;
- 25% de la valeur de l'inventaire de produits finis pour 2 mois de production (équivalent de 2083 tonnes de granules en vrac et 2083 tonnes de granules en sacs, contre 625 tonnes de bûches écologiques) ;
- 20% de la valeur des comptes à recevoir, normalement payables net 30 jours (équivalent de 833 tonnes de granules en vrac et 833 tonnes de granules en sacs, contre 250 tonnes de bûches écologiques).

De même, les frais de démarrage comprennent :

- Salaire du personnel plus avantages sociaux avant la mise en marche de l'usine (six mois de main-d'œuvre administrative et trois mois pour la première équipe de production entrant en fonction) ;
- Honoraires professionnels pour montage de projet (légal, financier, technique et marketing) : 350 000 \$ pour l'usine de granules contre 200 000 \$ pour l'usine de bûches écologiques ;
- Déboursés initiaux (trois mois de frais de vente, fournitures de bureau, assurances, télécom et frais bancaires) : 116 750 \$ pour l'usine de granules contre 38 375 \$ pour l'usine de bûches écologiques ;
- Frais de rodage de l'usine, correspondant à 50% de la somme des coûts fixes et variables (à l'exclusion des coûts d'approvisionnement) qui sont engagés dans les six premiers mois d'opération, pondérés selon l'entrée en fonction de la main-d'œuvre.

A noter que ces hypothèses devront être revues et validées si une étude de faisabilité plus poussée est envisagée par un promoteur avec un projet spécifique.

8.6 Coûts de production

Les coûts de production globaux sont présentés aux tableaux suivants. Ils sont exprimés en \$/t pour la pleine capacité de production des usines. Étant donné que les granules en vrac n'engagent pas de dépenses d'emballage, nous les avons séparées des granules en sacs.

Tableau 8.7 – Prix de revient à pleine capacité pour l'usine de granules

Items de coût	Vrac (\$/t)	Sacs (\$/t)
Fournitures d'opération (emballage)	0 \$	12,12 \$
Main-d'œuvre	13,02 \$	13,02 \$
Maintenance	4,57 \$	4,57 \$
Électricité	9,09 \$	9,09 \$
Chauffage	1,14 \$	1,14 \$
Équipements mobiles (carburant)	3,15 \$	3,15 \$
Assurances et taxes foncières	3,45 \$	3,45 \$
Frais de vente	3,93 \$	3,93 \$
Autres (télécom, fournitures de bureau, honoraires, frais bancaires)	1,95 \$	1,95 \$
Amortissement	11,09 \$	11,09 \$
Frais financiers	5,42 \$	5,42 \$
Sous-total	56,81 \$	68,93 \$
Matières premières	53,63 \$	55,63 \$
TOTAL	110,44 \$	124,56 \$

Afin de s'assurer, dans le cadre du présent scénario, que l'usine réalise des profits, il faut donc que le prix de vente moyen des produits finis dépasse 110,44 \$/t et 124,56 \$/t respectivement pour les granules en vrac et en sacs. Nous remarquons que l'approvisionnement et la main-d'œuvre sont les deux plus importants contributeurs aux prix de revient, représentant respectivement 45-50% et 10-12%. Pour les granules en sacs, les sacs comptent pour 10% du coût de revient à eux seuls. Parmi les autres postes de dépenses relativement importants, on peut noter l'amortissement (9-10%), l'électricité (7-8%), les frais financiers (4-5%) et les frais de maintenance (4%).

Tableau 8.8 – Prix de revient à pleine capacité pour l'usine de bûches écologiques

Items de coût	\$/t
Fournitures d'opération (emballage)	5,51 \$
Main-d'œuvre	37,07 \$
Maintenance	18,53 \$
Électricité	24,19 \$
Chauffage	2,57 \$
Équipements mobiles	24,00 \$
Assurances et taxes foncières	15,03 \$
Frais de vente	9,03 \$
Autres (télécom, fournitures de bureau, honoraires, frais bancaires)	5,87 \$
Amortissement	41,18 \$
Frais financiers	15,69 \$
Sous-total	198,67 \$
Matières premières	63,11 \$
TOTAL	261,78 \$

Afin de s'assurer, dans le cadre du présent scénario, que l'usine réalise des profits, il faut donc que le prix de vente moyen des produits finis dépasse 261,78 \$/t. A nouveau, l'approvisionnement et la main-d'œuvre sont parmi les plus importants contributeurs au prix de revient, représentant respectivement 24% et 14%. Les autres postes de dépenses importants sont, en ordre décroissant, l'amortissement (16%), la location des équipements mobiles (9%), l'électricité (9%), la maintenance (7%), les frais financiers (6%), ainsi que les assurances et taxes foncières (6%).

8.7 Résultats prévisionnels

Les états financiers prévisionnels à 100% de la capacité programmée (l'année 3 est donc prise comme référence) sont présentés au tableau suivant, tandis que le retour sur l'investissement est calculé par la suite.

Tableau 8.9 – États financiers prévisionnels à la troisième année d’opération pour l’usine de granules

Item	Montant \$
Revenus	
Ventes de produits finis	13 000 000 \$
Ventes de sous-produits	87 566 \$
Ventes totales	13 087 566 \$
Coûts de production	
Approvisionnement	5 563 201 \$
Main-d’œuvre d’opération	1 063 572 \$
Équipements mobiles (carburant)	315 000 \$
Maintenance	457 416 \$
Électricité	908 701 \$
Chauffage	114 274 \$
Fournitures d’opération (emballage)	606 395 \$
Sous-total	9 028 559\$
Bénéfice brut	4 059 007\$
Frais généraux et administration	
Frais de vente (3%)	392 627 \$
Assurances et taxes foncières	345 383 \$
Autres (télécom, fournitures de bureau, honoraires, frais bancaires)	195 000 \$
Main-d’œuvre administrative	237 500 \$
Amortissement comptable	1 718 174 \$
Sous-total	2 888 683 \$
Bénéfice d’exploitation	1 170 324 \$
Frais financiers	966 704 \$
Profit net avant impôt	203 620 \$
Impôt combiné (basé sur amortissement fiscal)	111 727 \$
Profit net après impôt	91 893 \$

Tableau 8.10 – États financiers prévisionnels à la troisième année d’opération pour l’usine de bûches écologiques

Item	Montant \$
Revenus	
Ventes de produits finis	4 500 000 \$
Ventes de sous-produits	13 135 \$
Ventes totales	4 513 135 \$
Coûts de production	
Approvisionnement	946 719 \$
Main-d’œuvre d’opération	368 586 \$
Location d’équipements mobiles	360 000 \$
Maintenance	277 900 \$
Électricité	362 772 \$
Chauffage	38 615 \$
Fournitures d’opération	82 672 \$
Sous-total	2 437 265 \$
Bénéfice brut	2 075 870 \$
Frais généraux et administration	
Frais de vente (3%)	135 394 \$
Assurances et taxes foncières	225 492 \$
Autres (télécom, fournitures de bureau, honoraires, frais bancaires)	88 000 \$
Main-d’œuvre administrative	187 500 \$
Amortissement comptable	981 520 \$
Sous-total	1 617 906 \$
Bénéfice d’exploitation	457 964 \$
Frais financiers	432 846 \$
Bénéfice net avant impôts	25 118 \$
Impôt combiné (basé sur amortissement fiscal)	52 383 \$
Perte nette après impôt	(27 265 \$)

Ainsi, en considérant un investissement initial de 15,9 M\$ pour l’usine de granules et de 8,3 M\$ pour l’usine de bûches écologiques, le retour sur l’investissement est d’un peu plus de sept ans pour les deux usines, tel que présenté dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 8.11 – Retour sur l’investissement pour l’usine de granules

Année	Flux monétaire *	Flux monétaire cumulé
0	-15 892 944 \$	-15 892 944 \$
1 (40,5%)	-116 449 \$	-16 009 393 \$
2 (98,8%)	2 817 025 \$	-13 192 368 \$
3 (100%)	2 776 770 \$	-10 415 598 \$
4	2 643 519 \$	-7 772 079 \$
5	2 520 973 \$	-5 251 106 \$
6	2 410 298 \$	-2 840 808 \$
7	2 307 708 \$	-533 100 \$
8	2 209 689 \$	1 676 589 \$
9	2 141 409 \$	3 817 998 \$
10	2 109 635 \$	5 927 633 \$

* Note : Le flux monétaire consiste au bénéfice net après impôt plus l’amortissement et les intérêts

Tableau 8.12 – Retour sur l’investissement pour l’usine de bûches écologiques

Année	Flux monétaire *	Flux monétaire cumulé
0	-8 333 235 \$	-8 333 235 \$
1 (62,7 %)	428 991 \$	-7 904 244 \$
2 (100 %)	1 439 484 \$	-6 464 760 \$
3 (100 %)	1 387 101 \$	-5 077 659 \$
4	1 315 628 \$	-3 762 031 \$
5	1 251 492 \$	-2 510 539 \$
6	1 195 240 \$	-1315 299 \$
7	1 147 587 \$	-167 712 \$
8	1 104 102 \$	936 390 \$
9	1 073 458 \$	2 009 848 \$
10	1 058 284 \$	3 068 132 \$

* Note : Le flux monétaire consiste au bénéfice net après impôt plus l’amortissement et les intérêts

8.8 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité sommaire nous permet d’évaluer les paramètres qui pourraient le plus affecter la rentabilité des projets, advenant des variations des coûts de production, du prix de vente des granules et des bûches ou encore de la stratégie d’approvisionnement.

Les tableaux suivants montrent les impacts sur les résultats financiers créés par l’augmentation du coût de la matière première de 10%, par l’augmentation du coût de la main-d’œuvre de 10%, par la baisse des prix de vente de 10% et par la variation des prix de vente aux extrêmes des fourchettes de prix déterminées dans l’étude de marché.

On retrouve également la nouvelle rentabilité avec un scénario dans lequel on n’utiliserait que des résidus de coupe aux sites d’ébranchages sur le bord des chemins avec ses impacts sur les investissements et sur les prix de vente.

Tableau 8.13 – Sensibilité des résultats financiers pour l’usine de granules

Scénario	Bénéfice net après impôt à la 3 ^e année	Retour sur l’investissement	Taux de rendement interne (TRI) sur 10 ans
Scénario de base	91 893 \$	7,2 ans	5,9%
Salaires du personnel d’opération x 110%	-4565 \$	7,5 ans	5,2%
Prix de vente des granules x 90%	-1 293 433 \$	> 10 ans	-1,9%
Prix de vente des granules à 115 \$/t	-1 524 866 \$	> 10 ans	-3,9%
Prix de vente des granules à 145 \$/t	1 173 994 \$	5,3 ans	13%
Coût de la matière première x 110%	-480 776 \$	8,5 ans	2,9%

Tableau 8.14 – Sensibilité des résultats financiers pour l’usine de bûches écologiques

Scénario	Bénéfice net après impôt à la 3 ^e année	Retour sur l’investissement	TRI sur 10 ans
Scénario de base	-27 265 \$	7,1 ans	6,0 %
Salaires du personnel d’opération x 110%	-65 331 \$	7,3 ans	5,6 %
Prix de vente des bûches x 90%	-500 375 \$	10 ans	1,2 %
Prix de vente des bûches à 280 \$/t	-324 817 \$	8,7 ans	2,8 %
Prix de vente des bûches à 320 \$/t	190 172 \$	6 ans	9,2 %
Coût de la matière première x 110 %	-101 411 \$	7,5 ans	4,9 %

Ainsi, la rentabilité des usines de granules et de bûches est particulièrement sensible aux revenus de vente. Une baisse du prix de vente moyen des granules de 1 \$/t (129 \$/t au lieu de 130 \$/t, soit l’équivalent d’une baisse de 0,9 %) ramène les profits après impôts à 0 \$ à la troisième année d’opération. Une hausse du coût de la matière première de 1 \$/tma (53,49 \$/tma au lieu de 52,49 \$/tma) produit le même effet, pour une modification de 1,9 %.

En ce qui a trait à l'usine de bûches écologiques, une hausse du prix de vente des bûches de 3 \$/t (1% de 300 \$/t) ou une diminution du coût des fibres de 1,79 \$/tma (3% de 59,55 \$/tma) permet d'atteindre le seuil de rentabilité dès la troisième année d'opération.

Les revenus de vente, davantage que le coût de la fibre ou de la main-d'œuvre, constituent indéniablement le principal facteur de risque qui pourrait affecter la viabilité financière des projets de production de granules et de bûches écologiques.

8.9 Approvisionnement exclusivement en broyures des bords de chemin

Dans l'éventualité où l'approvisionnement des usines ne se ferait qu'à partir de broyures, provenant des aires d'ébranchage sur le bord des chemins, les profits deviennent beaucoup plus substantiels. D'une part, l'élimination de l'écorceur et du broyeur primaire réduit les investissements de façon importante et, d'autre part, le coût de la matière première diminue significativement. Dans un tel contexte, les coûts en approvisionnement seraient de 41,01 \$/tma et de 49,89 \$/tma respectivement pour les usines de granules et de bûches écologiques.

Sur la base de ces nouvelles hypothèses, et en considérant une production de granules de qualité standard seulement (vendues à un prix moyen de 115 \$/t), l'usine de granules présente alors un retour sur l'investissement de 6,2 ans, un TRI de 9,2% et un bénéfice net moyen après impôt de 13,3 %, sur 10 ans.

Pour sa part, en considérant le nouveau mixte d'approvisionnement, l'usine de bûches offre un retour sur l'investissement de 4,7 ans, un TRI de 16,4% et un bénéfice net moyen après impôts de 28,3%, sur 10 ans.

A noter cependant qu'à 0,9% de taux de cendre, cet approvisionnement ne permet plus l'accès au marché domestique européen selon la nouvelle norme, et peut-être plus également, à moyen terme, au marché résidentiel nord-américain (future catégorie *Super Premium*). De plus, le marché de la granule standard est très restreint en Amérique du Nord et permet sans doute difficilement l'écoulement de la production d'une nouvelle usine de granules de 100 000 tma par année.

9 Conclusion et recommandations

Les principales conclusions qui devraient être considérées par un promoteur intéressé par la filière bioénergie et la fabrication de granules et de bûches de bois densifié, ou encore par tout organisme de développement économique désirant éventuellement en faire la promotion, sont les suivantes :

Volet approvisionnement en matière première :

Sur la base de référence des volumes de bois marchands actuellement récoltés et des volumes de bois marchands non alloués, il y aurait un volume de biomasse total annuel disponible de 9,2 millions de tonnes métriques anhydres, dont 6,0 millions de tma en fibre ligneuse.

- Sur la base de référence des échantillonnages de biomasse résiduelle, méthode moins validée à l'échelle provinciale et incluant de la matière première plus difficilement récupérable, ce volume atteindrait 13 millions de tonnes anhydres, dont 8,5 millions de tma constituées de fibre ligneuse.
- Au niveau du Québec, la matière première ligneuse (sans écorce et sans feuille) est constituée à 37% de bois résineux et à 63% de bois feuillus. Les branches, cimes et autres résidus représentent 54% du volume total et les bois ronds non alloués 46%. 73% de la biomasse est localisée sur les parterres de coupe et 27% sur les aires d'ébranchage, alors que 41% est localisée dans les forêts privées et 59% dans les forêts publiques. Au niveau distance par rapport à une route provinciale numérotée, 60% est situé à 60 km et moins, 24% entre 60 et 150 km et 16% à plus de 150 km.
- La matière première sous forme de bois ronds peut servir à la production de granules de qualité *Premium* ou résidentielle si les bonnes méthodes opérationnelles forestières sont appliquées et si l'écorçage est fait. Les broyures de branches et cimes peuvent produire des granules de qualité *Premium* pour le marché américain mais à la limite de l'acceptabilité, elles ne permettent toutefois pas de respecter la nouvelle norme résidentielle de 0,7% de cendres en cours d'implantation en Europe, à moins de faire un mélange de matière première incluant une portion de sous-produits d'usine de première et deuxième transformation, ou encore de bois ronds.
- Certaines opérations à effectuer en forêt sont moins familières aux exploitants forestiers, dont le broyage et le pré-tamissage : des équipements spécialisés et à prime abord performants existent et sont même déjà utilisés au Québec pour réaliser ces opérations, mais les investissements sont relativement élevés. Pour le débardage des résidus sur les parterres de coupe, des débardeurs auto-chargeurs avec pinces « comprimantes » existent. Ils sont utilisés en Europe (où la récolte de résidus de coupe est plus courante) mais pas encore au Québec. Un important travail de planification et d'organisation est requis pour obtenir des performances adéquates en forêt.
- Les volumes de branches, houppiers et autres résidus sur les aires d'ébranchage est la source de matière première la moins dispendieuse avec un prix, à une distance de 50-60 km d'une

route publique, de l'ordre de 24,14 à 33,02 \$/tma; si on considère que l'usine est située à une distance de 50 km du point d'arrivée sur la route publique, le prix de revient est de l'ordre de 41,01 à 49,89 \$/tma, dépendamment de la taille de l'opération.

- La récupération des résidus sur les parterres de coupe, pour des distances semblables, coûte de 43,04 à 51,35 \$/tma alors que la récupération combinée des bois rémanents et des résidus de coupe coûte, dans les mêmes conditions, de 52,49 à 59,55\$/tma, dépendamment de la taille des opérations. Il ne faut toutefois pas oublier les coûts supplémentaires de fabrication reliés à l'utilisation de ces types de matière première et au fait qu'une redevance équivalente à la VMBS du bois à pâte pourrait être imposée par le MRNF sur les bois marchands rémanents debout ou sur les parterres de coupe.
- Actuellement, le coût de la matière première forestière semble laisser présager une rentabilité marginale. L'amélioration des techniques d'opération forestière tout comme la diminution des coûts de fabrication, de même que l'augmentation des coûts de la matière première traditionnelle peuvent toutefois la rendre plus attrayante.
- La disponibilité de sous-produits de première et deuxième transformation est théoriquement marginale, si ce n'est nulle. Tout nouveau projet utilisant ce type de matière première se ferait au détriment des utilisateurs existants, dont les usines de panneaux et les usines de pâtes et papiers qui se servent de cette matière première pour la production d'énergie ou pour la fabrication de produits composites; il se ferait également au détriment des producteurs actuels de granules et de bûches qui verraient le volume de leur propre approvisionnement diminuer ou encore le coût d'achat augmenter. Cette tendance est déjà observable, le prix étant passé dans certains cas de 40-50 \$/tma à 80-85 \$/tma sur une période d'un an.
- Des projets ponctuels ou conjoncturels pourraient toutefois voir le jour si un utilisateur majeur devait cesser ses opérations, ce qui libérerait de la matière première, ou encore si un industriel décidait d'utiliser ses propres sous-produits pour fabriquer lui-même des granules ou des bûches. Cette dernière alternative se ferait toutefois au détriment des autres industries.

Volet politique énergétique favorisant la bioénergie :

- Ni le Québec ni le Canada n'ont de politique énergétique favorisant la bioénergie, à tout le moins en ce qui concerne la fabrication et l'utilisation des granules et des bûches de bois densifié.
- L'Europe a pour sa part une politique bien implantée à cet égard avec plusieurs mesures favorisant aussi bien la fabrication que l'utilisation de tels produits.
- Tant et aussi longtemps que le coût des différentes sources d'énergie (électricité, gaz naturel, pétrole) seront aussi significativement plus faibles au Québec qu'en Europe et que dans plusieurs États américains et que la « conscience environnementale » ne sera pas plus

développée, on peut difficilement envisager que les gouvernements modifieront cet état des choses.

Volet mise en marché :

- Le marché des granules de bois densifié est en forte croissance, particulièrement en Europe où la consommation passera d'environ 4,9 millions de tm à 12,8 millions de tm de 2006 à 2010, alors que la production n'atteindra que 8,4 millions de tm, ce qui nécessitera 4,4 millions de tm en importation.
- La production nord américaine passera de 2,2 millions de tm à 7,8 entre 2006 et 2010, alors que la consommation croîtra de 1,6 millions de tm à 3,2 millions de tm, ce qui donne un surplus de production de 4,0 millions de tm qui pourront être exportées en Europe pour combler un besoin sensiblement équivalent.
- La production annuelle québécoise de granules est de l'ordre de 213 000 tma alors que la capacité des usines serait de l'ordre de 330,000 tma. La consommation locale est croissante mais ne prend pas toute la production. **Une bonne partie de la production québécoise est exportée sur le marché du nord-est des États-Unis. Ce marché recèle encore de bonnes opportunités puisque les importations de granules de bois des États-Unis passeront de 330 000 tonnes en 2006 à 800 000 tonnes en 2010 (principalement sous formes de grades *Premium en sac*).** Le marché des usines du Québec est à 75% résidentiel, 20% industriel et 5% pour les litières à animaux.
- Le marché des bûches est au début de sa phase de croissance. C'est au Québec que la demande est la plus forte, alors qu'en Europe et aux États-Unis elle commence à peine à se développer. La bûche écologique constitue pour l'instant un marché de niche orienté plutôt vers le feu d'ambiance.
- **Les prix de vente des granules et des bûches de bois densifié sur les différents marchés sont les suivants :**
 - **Granules *Premium* en sac au Québec : 190 – 200 \$ CA / tonne au détail.**
 - **Granules *Premium* en sac au nord-est des États-Unis : 220 – 350 \$ US / tonne au détail selon les différents sous-marchés.**
 - **Granules domestique en sac en Europe : 150 – 195 Euros / tm CIF port de débarquement.**
 - **En tenant compte des marges de commercialisation et des frais de transport, les prix équivalent FAB usine du producteur pour la granule *Premium* en sac sont de l'ordre de 130 – 160 \$ / tonne.**
 - **Granules *Standard* en sac au nord-est des États-Unis : 210 – 330 \$ US / tonne au détail selon les différents sous-marchés.**

- **Granules *Standard* en vrac au nord-est des États-Unis : équivalent de 110 – 130 \$ CA / tonne FAB usine du producteur.**
 - **Granules *Standard* en vrac en Europe : 110 – 150 Euros / Tm CIF Rotterdam, soit l'équivalent de 100 – 130 \$ CA / tonne FAB producteur de l'Est du Canada, en tenant compte des marges de commercialisation et des coûts de transport.**
 - **Bûches de bois densifié : 425 – 475 \$ CA / tonne au détail, ce qui correspond à un prix FAB usine de l'ordre de 280 – 320 \$ CA / tonne FAB usine pour un producteur de l'Est du Canada.**
- Le marché des granules touche aussi la litière pour animaux avec des prix s'approchant plus de ceux pour les granules de qualité *Standard* en général.
 - Les réseaux de distribution sont principalement les magasins spécialisés au Québec et les magasins à grande surface aux États-Unis. En Europe, des courtiers et des clients-utilisateurs achètent la majorité de la production, principalement pour le marché industriel.

Volet produits hybrides et innovateurs :

- Les produits hybrides, particulièrement les biocarburants, risquent de devenir des compétiteurs des granules et des bûches pour l'approvisionnement en matière première, au même titre que l'industrie des panneaux l'est actuellement.
- Ces mêmes produits concurrenceront la bioénergie sur les marchés industriels et commerciaux.

Volet faisabilité technique :

- Le fait de s'alimenter en matière première forestière verte augmente significativement le coût de fabrication car cela oblige à réaliser des étapes supplémentaires comme l'écorçage, l'entreposage à plus long terme de un, deux et même davantage de types de matière première ayant des caractéristiques différentes, un broyage supplémentaire, et, par rapport à des sous-produits secs, le séchage et l'installation de son système de traitement des particules émises dans l'air.
- Il est possible de ne produire que des granules de qualité *Premium* ou domestique et des bûches de qualité semblable si on utilise la matière première provenant de bois ronds; avec des broyures de résidus de coupe, on est à la limite pour le marché résidentiel américain, et au-dessus pour la nouvelle norme européenne de 0,7% de cendres.
- Le processus et les équipements de fabrication sont bien connus et la principale difficulté consiste en la détermination des recettes les plus efficaces et en la formation du personnel avec ces nouveaux types d'équipements.

- La période considérée pour atteindre la pleine capacité est de 16 mois pour l'usine de granules et de 11 mois pour celle de bûches.

Volet faisabilité financière :

- Les investissements requis sont de 15,9 M\$ pour l'usine de granules et de 8,3 M\$ pour celle de bûches.
- Le nombre d'emplois créés est de 33 pour l'usine de granules et de 13 pour l'usine de bûches.
- Les ventes totales annuelles après rodage sont respectivement de 13,1 M\$ pour l'usine de granules (3^e année) et de 4,5 M\$ pour l'usine de bûches écologiques (2^e année).
- Le bénéfice d'exploitation après rodage est de 1,2 M\$ pour l'usine de granules et de 0,46 M\$ pour celle de bûches, alors que le bénéfice net après impôt est respectivement de 92 000 \$ et (27,000 \$).
- Le retour sur l'investissement est de 7,2 ans pour l'usine de granules et de 7,1 ans pour celle de bûches, alors que le taux de rendement interne est respectivement de 5,9 et 6,0% sur 10 ans.
- L'analyse de sensibilité démontre que les projets, dans le scénario de base, sont très sensibles au prix de vente et, dans un deuxième temps, au prix et au type de matière première :
 - Si le prix de vente moyen des granules est de 145 \$/t, soit celui des granules premium en sac sur le marché américain, le retour sur l'investissement pour l'usine de granules devient 5,3 ans et le TRI 13%. Au même titre, si les bûches se vendent à 320\$/t, soit le prix du haut de la fourchette, le retour sur l'investissement devient 6 ans et le TRI 9,2%.
 - Si ces projets s'alimentent exclusivement de broyures provenant des aires d'ébranchage, le retour sur l'investissement pour celui de granules (prix de vente de 115 \$/t) devient 6,2 ans et celui pour l'usine de bûche devient 4,7 ans avec un bénéfice respectif net après impôt de 13,3% et 28,3% et un taux de rendement interne de 9,2% et 16,4%.
- Le fait de s'alimenter en broyures de résidus de coupe permet au départ de baisser significativement le prix de revient de même que l'investissement (diminution de 1,4 M\$) et les difficultés d'opération. Par contre, il ne permet pas de répondre aux nouvelles exigences du marché européen pour la qualité domestique et est à la limite pour la qualité *Premium* en Amérique du Nord. Un mélange de types de matière première serait requis et augmenterait le prix de revient, tout comme la complexité des opérations.

Les principales recommandations sont donc :

Volet approvisionnement en matière première :

- Viser des opérations forestières intégrées qui permettront de récolter aussi bien la matière première pour la première transformation que pour la fabrication de granules ou de bûches écologiques, ce qui rendra les opérations moins coûteuses et plus efficaces.
- Opérer sur le principe de système.
- Effectuer des opérations de plus grande envergure, ce qui augmentera la productivité effective des équipements et diminuera les coûts de façon significative (de l'ordre de 10 \$/tma d'économie entre une récolte de 15 000 tma et une autre de 100 000 tma).
- Utiliser les modes opérationnels les mieux adaptés aux conditions régionales et les facilités qu'offre la nature pour minimiser les coûts : saison de coupe pour l'élimination des feuilles et temps de séchage après coupe pour l'élimination des aiguilles.
- Faire les tests requis sur les équipements moins familiers pour connaître leur adaptation aux conditions régionales et aux types d'opérations en place.
- Garder à l'œil le développement à moyen terme de l'éthanol qui deviendra possiblement un compétiteur sérieux pour la matière première.
- L'utilisation prioritaire des broyures provenant des aires d'ébranchage au bord des chemins combinée avec l'utilisation de sous-produits d'usine ou encore de bois ronds dont la proportion serait gardée à la limite la plus faible possible permettrait de répondre aux critères de qualité actuels des marchés les plus exigeants tout en minimisant le prix de revient.

Volet mise en marché :

- **Pour la mise en marché des granules *Premium* en sac, viser d'abord le marché domestique et le marché du nord-est des États-Unis. Les importations américaines de granules passeront de 330 000 tonnes en 2006 à 800 000 tonnes en 2010. Dans un deuxième temps, viser le marché européen dont les importations passeront de 600 000 Tm en 2006 à 4,4 millions tm en 2010.**
- Faire des pressions pour améliorer les facilités portuaires de façon à augmenter le volume par chargement pouvant être expédié outre-mer et ainsi baisser significativement le coût de transport.
- Établir de bonnes relations d'affaires avec les principaux importateurs européens, particulièrement avec ceux qui desservent le marché résidentiel plus difficile d'accès, de façon à pouvoir atteindre ce marché à moyen terme.
- Au niveau du marché des bûches, les perspectives de développement à court terme sont relativement faibles pour de nouveaux producteurs considérant une demande limitée et le fait que les producteurs sont loin de fonctionner à pleine capacité et qu'ils sont déjà bien implantés sur les marchés existants. Des efforts importants de mise en marché doivent donc être faits.

Volet pré faisabilité technique :

- Viser une capacité de production importante pour diminuer le coût de transformation et ainsi compenser pour l'augmentation du coût de la matière première : 15 000 tma/an pour une usine de bûches et au minimum 50 000, idéalement 100 000 tma/an, pour une usine de granules.
- Pour les équipements dont le niveau d'utilisation est relativement faible mais le coût d'investissement élevé, comme l'écorceur et le broyeur primaire, l'achat d'équipements usagés remis à neuf peut s'avérer une décision judicieuse.
- Le respect des normes environnementales principalement en regard des émissions dans l'air lors du séchage nécessite une attention particulière.
- Prévoir une période de 10-12 mois et de 14-18 mois respectivement pour l'usine de bûches et de granules avant d'atteindre des objectifs de production, considérant la problématique de prise de contrôle de l'ensemble des paramètres de production qui sera accentuée par l'utilisation d'une matière première verte, plus diversifiée et plus complexe, ainsi que la nécessité de respecter des normes de qualité pour les produits, dont les exigences iront en augmentant.
- Prévoir un bon programme de formation pour le personnel.

Volet pré faisabilité financière :

- Il est essentiel de prévoir un bon fonds de roulement pour pallier aux aléas des marchés de même qu'à ceux des opérations forestières : les inventaires peuvent monter de façon très significative.
- Comme la rentabilité du modèle d'affaires analysé est relativement faible, tout projet devrait être analysé en misant sur les conditions les plus favorables identifiées dans le présent rapport afin d'optimiser les résultats financiers : choix de la région, du type et de la localisation de la matière première, utilisation d'équipements usagés mais remis en état lorsque le niveau d'utilisation est faible, facilités portuaires (volume d'entreposage et proximité), entente à moyen terme pour les ventes (stabilité des prix), etc.
- Viser à accélérer l'introduction des nouvelles équipes de production pour diminuer les coûts de rodage et diminuer les besoins de fonds de roulement, ce qui ne peut se faire que si le personnel est bien formé et si les tests pour trouver les bonnes recettes sont réalisés, du moins en partie, au préalable.