

**Inventaire des biomasses lignocellulosiques  
pour fins de combustion  
au Saguenay–Lac-Saint-Jean**

Rapport réalisé pour  
la Conférence régionale des élus (CRÉ)  
du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Mars 2012



Préparé par :  
Groupe de recherches écologiques  
de La Baie (GREB)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>6</b>
1.1	PORTRAIT ACTUEL DE L'UTILISATION DE LA BIOMASSE COMBUSTIBLE EN RÉGION .....	6
<b>2.</b>	<b>LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT POTENTIELLES EN BIOMASSE COMBUSTIBLE.....</b>	<b>10</b>
2.1	BIOMASSE FORESTIÈRE SUR LE TERRITOIRE PUBLIC .....	11
2.1.1	<i>Annuelle</i> .....	11
	Biomasse forestière résiduelle .....	11
	Bois non commerciaux .....	14
	Bois commerciaux .....	14
2.1.2	<i>Ponctuelle</i> .....	15
	Bois commerciaux non récoltés.....	15
	Perturbations (récupération).....	17
2.2	BIOMASSE FORESTIÈRE SUR LE TERRITOIRE PRIVÉ .....	18
	Biomasse forestière résiduelle .....	18
	Bois commerciaux .....	19
	Bois non commerciaux .....	20
2.3	BIOMASSE INDUSTRIELLE.....	21
2.4	BIOMASSE AGRICOLE.....	21
2.5	BIOMASSE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	23
2.6	BIOMASSE DES ZONES NON OU SOUS-EXPLOITÉES.....	25
<b>3.</b>	<b>ÉQUIPEMENTS POUR LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE LA BIOMASSE .....</b>	<b>28</b>
<b>4.</b>	<b>ESTIMATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES RÉGIONAUX DE L'UTILISATION DE LA BIOMASSE .....</b>	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>UN MOT SUR LA QUESTION DE LA « CARBONEUTRALITÉ » DE LA FILIÈRE BIOMASSE ÉNERGIE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE.....</b>	<b>33</b>
5.1	CARBONEUTRALITÉ .....	33
5.2	DÉVELOPPEMENT DURABLE .....	35
<b>6.</b>	<b>SYNTHÈSE DE L'ENSEMBLE DES SOURCES POTENTIELLES D'APPROVISIONNEMENT .....</b>	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>39</b>
	<b>ANNEXE .....</b>	<b>41</b>
	UNE REPRÉSENTATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE PLUS JUSTE ET PLUS FIDÈLE .....	41
	CINQ DIMENSIONS À LA DURABILITÉ .....	43

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Biomasse forestière résiduelle déjà attribuée.....	7
Tableau 2 :	Bois de chauffage récolté dans la région.....	8
Tableau 3 :	Bilan des écorces.....	8
Tableau 4 :	Biomasse forestière résiduelle disponible dans un rayon de 100 km par unité d'aménagement .....	12
Tableau 5 :	Biomasse forestière résiduelle déjà allouée.....	12
Tableau 6 :	Solde entre la biomasse forestière résiduelle disponible et celle attribuée.....	13
Tableau 7 :	Biomasse forestière résiduelle potentiellement disponible sur les terres publiques intramunicipales (TPI) .....	13
Tableau 8 :	Disponibilité de biomasse provenant des bois commerciaux (possibilité forestière).....	15
Tableau 9 :	Attribution de bois commerciaux (CAAF, CtAF, CvAF).....	15
Tableau 10 :	Potentiel énergétique résiduel permanent des bois commerciaux.....	15
Tableau 11 :	Bois commerciaux attribués 2009 (CAAF, CtAF, CvAF) .....	16
Tableau 12 :	Bois commerciaux récoltés 2009.....	16
Tableau 13 :	Potentiel énergétique résiduel temporaire des bois commerciaux en 2009.....	17
Tableau 14 :	Potentiel énergétique total des bois commerciaux sur les terres publiques intramunicipales (TPI) .....	17
Tableau 15 :	Récolte de récupération de feux, chablis et autres 2009 .....	18
Tableau 16 :	Disponibilité de biomasse forestière résiduelle dans le territoire privé .....	18
Tableau 17 :	Possibilité forestière du territoire privé (bois commerciaux) .....	19
Tableau 18 :	Récolte de bois commerciaux territoire privé .....	20
Tableau 19 :	Solde entre la possibilité forestière et la récolte 2009 .....	20
Tableau 20 :	Récolte de bois de chauffage dans la région et valeur énergétique .....	20
Tableau 21 :	Bilan des écorces et valeur énergétique 2008.....	21
Tableau 22 :	Superficie des friches selon les fiches de déclarations des producteurs agricoles enregistrés.....	23
Tableau 23 :	Superficies des friches potentielles avec ratio multiplicateur .....	23
Tableau 24 :	Bois résiduels destinés à l'enfouissement pour la Ville de Saguenay et la MRC Fjord-du-Saguenay.....	24
Tableau 25 :	Bois résiduels destinés à l'enfouissement pour les MRC du Lac-Saint-Jean .....	24
Tableau 26 :	Copeaux provenant de l'élagage des lignes de distribution d'Hydro-Québec pour l'ensemble de la région.....	24
Tableau 27 :	Potentiel énergétique des écorces enfouies .....	25
Tableau 28 :	Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport d'Hydro-Québec.....	26
Tableau 29 :	Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport de Rio Tinto Alcan .....	26
Tableau 30 :	Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport de Produits forestiers Résolu .....	27
Tableau 31 :	Retombées économiques des filières biomasses dans les milieux d'accueil .....	31
Tableau 32 :	Retombées économiques des filières biomasses dans les milieux d'accueil .....	32
Tableau 33 :	Tableau synthèse de l'ensemble des sources potentielles d'approvisionnement.....	37

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Représentation des différentes biomasses combustibles lignocellulosiques .....	10
Figure 2 :	Le « KDS Micronex » De First American Scientific Corp.....	28
Figure 3 :	Spécifications Du « KDS Micronex » de First American Scientific Corp.....	29
Figure 4 :	Récolteuse à biomasse <i>Biobaler</i> .....	29
Figure 5 :	<i>Biobaler</i> à l'oeuvre .....	30
Figure 6 :	Carte résumant les zones de potentiel de la biomasse .....	38

## ÉQUIPE DE RÉALISATION

### Recherche et rédaction :

**Patrick Déry**, *Groupe de recherches écologiques de La Baie*

**Pierre Gilbert**, *Groupe de recherches écologiques de La Baie*

### Lecture :

**Serges Chiasson**, *Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean*

**Marc Dubé**, *Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean*

**Aldé Gauthier**, *Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean*

## 1. MISE EN CONTEXTE

De récentes études ont mis en évidence l'intérêt économique, social et environnemental de la biomasse combustible.

Le portrait énergétique de la région, réalisé en 2009 par la *Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire* de la *Conférence régionale des élus (CRÉ)*, attirait l'attention sur l'intérêt de la biomasse combustible. Il fournissait quelques pistes sur son potentiel énergétique, mais cette filière aurait mérité un traitement à part et un approfondissement.

Puis, les travaux du *Groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie*<sup>1</sup>, publiés en avril 2011, reconnaissent la biomasse comme ayant actuellement le meilleur potentiel d'implantation et de retombées dans les milieux ruraux<sup>2</sup>. Ainsi, sur les sept filières retenues<sup>3</sup>, quatre portaient sur la biomasse en général et trois sur la biomasse lignocellulosique en particulier.

Le besoin se faisait donc sentir de connaître avec plus de précision le potentiel régional de cette ressource, premier pas en vue de son développement harmonieux et durable. La CRÉ a ainsi procédé, dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier – VOLET II 2011-2012 (CRÉ–CA–15-09-11/6.5a), à l'inventaire des différentes sources d'approvisionnement en biomasse combustible du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Cette information pourra servir à évaluer les différents types de projets de combustion.

Cet inventaire, consigné dans un même document, se veut accessible et compréhensible. Il établit, pour chaque source d'approvisionnement, les volumes disponibles, leur emplacement géographique par MRC, leur valeur énergétique et leur coût approximatif d'approvisionnement.

### 1.1 Portrait actuel de l'utilisation de la biomasse combustible en région

Le secteur industriel est le plus grand consommateur de biomasse au Québec. Selon les données de 2009, elle est responsable de 65,5 % de la consommation totale de biomasse alors que le secteur résidentiel est responsable de 34,5 % de la consommation totale<sup>4</sup>. La part du secteur institutionnel est négligeable.

L'industrie forestière (pâtes et papiers, transformation du bois et des scieries) utilise la plus grande part de la biomasse forestière de l'industrie. Les difficultés économiques de ce secteur industriel ont provoqué

---

<sup>1</sup> Les travaux de ce groupe ont été entrepris dans le cadre de la politique nationale de la ruralité 2007-2014 du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT).

<sup>2</sup> AGRINOVA-GROUPE AGÉCO, *Fiches synthèses des technologies et initiatives énergétiques*, avril 2009.

AGRINOVA-GROUPE AGÉCO, *Tableau synthèse des technologies et initiatives énergétiques*, avril 2009.

<sup>3</sup> Fiche 3 : Biomasse densifiée.

Fiche 4 : Combustion à l'échelle résidentielle.

Fiche 5 : Combustion à grande échelle.

Fiche 8 : Biogaz.

Fiche 15 : Chauffage solaire de l'air/eau.

Fiche 16 : Géothermie.

Fiche 22 : Efficacité énergétique. Voir les fiches produites par *Agrinova-Agéco* pour une description de chacune sur le site du MAMROT.

<sup>4</sup> Statistiques énergétiques 2009, MRNF.

une réduction de consommation totale de biomasse de 15,8 % par rapport à 2008<sup>5</sup>. Cette baisse, entièrement imputable à l'industrie forestière, en particulier au secteur des pâtes et papiers, n'a pu être compensée par la légère hausse de consommation du secteur résidentiel entre 2008 et 2009.

Le secteur industriel utilise principalement des résidus de scierie (principalement des écorces et de la sciure) pour la production de chaleur ou de granules. Quant aux résidus de coupe (branches, houppiers) collectés lors de la récolte forestière, ce qu'on appelle la biomasse forestière résiduelle, ils sont encore très peu employés. À peine quelques projets y ont recours.

Le ministère *des Ressources naturelles et de la Faune* (MRNF) a procédé ces dernières années à des attributions de biomasse forestière résiduelle, mais les coûts de récolte, ainsi que certaines problématiques qui y sont liées (notamment le fait de devoir s'entendre avec le bénéficiaire de CAAF, l'accès difficile au marché, la concurrence des autres filières d'énergie, etc.), expliquent en bonne partie les difficultés liées au développement de cette filière.

Le tableau suivant ventile les attributions de biomasses forestières résiduelles dans la région. On peut constater que plus de deux cent mille tonnes de matières vertes (TMV) ont été allouées dans deux appels d'offres réalisés conjointement par le MRNF et la CRÉ du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Une très faible portion a cependant été réellement récoltée et consommée jusqu'à maintenant.

**Tableau 1 : Biomasse forestière résiduelle déjà attribuée<sup>6</sup>**

Localisation	Quantité (TMV)	Bénéficiaire
UA022-51	15 500	634-Coop forestière Laterrière et Coop forestière Sainte-Rose
UA023-51	35 000	634-Coop forestière Laterrière et Coop forestière Sainte-Rose
UA023-52	33 000	612-Coop forestière Laterrière et Coop forestière Sainte-Rose
UA023-52	18 000	613-Coop forestière Ferland-et-Boilleau
UA023-52	49 500	634-Coop forestière Laterrière et Coop forestière Sainte-Rose
UA024-51	15 000	611-Coop pour la valorisation de la biomasse
UA024-52	1 200	611-Coop pour la valorisation de la biomasse
UA025-51	39 600	611-Coop pour la valorisation de la biomasse
UA027-51	3 450	611-Coop pour la valorisation de la biomasse
<b>TOTAL :</b>	<b>210 250</b>	

Les granules sont principalement exportées à l'extérieur de la région, car la consommation régionale y est relativement marginale (environ 6 000 tonnes annuellement). En effet, la bûche traditionnelle occupe la plus grande partie du marché résidentiel. Elle est produite à partir de bois provenant en partie des terres privées et en partie des terres publiques.

La production régionale d'énergie issue de la bûche traditionnelle correspond à plus de 21 000 TMA de biomasse (115 GWh thermique), soit l'équivalent du chauffage complet d'environ 5 000 des 131 000 bâtiments résidentiels de la région. Cela nous semble peu, compte tenu de la grande disponibilité et de la proximité de la ressource. À noter qu'il est très difficile de procéder à une évaluation précise des volumes

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> Répertoire MRNF, 30 septembre 2011.

en jeu, car la récolte se fait largement d'une manière autonome, décentralisée et au sein d'une économie « parallèle » (au noir). Les valeurs du tableau suivant sont donc à prendre avec beaucoup de réserve : elles sont vraisemblablement sous-évaluées. Pour obtenir des valeurs plus précises de la consommation de bois de chauffage, des sondages devraient être menés auprès des citoyens de la région. Cela dit, ces chiffres constituent néanmoins un bon point de départ.

**Tableau 2 : Bois de chauffage récolté dans la région<sup>7</sup>**

Toutes essences	Quantité (m <sup>3</sup> )
Saguenay :	20 000
Lac-Saint-Jean :	20 000
<b>TOTAL :</b>	<b>40 000</b>

Les écorces constituent une grande part de la consommation de biomasse, tant au Québec que dans la région. Elles sont utilisées par les industries forestières (pâtes et papiers et scieries) pour les procédés nécessitant de la chaleur et par des centrales de cogénération pour la production d'électricité. L'offre est toutefois inférieure à la demande (voir tableau 3 suivant) et certains utilisateurs (comme *O&M Cogénération inc.*) doivent puiser dans d'anciens sites d'enfouissement d'écorces qu'ils contribuent par ailleurs à restaurer. En fait, environ la moitié des volumes d'écorces doit être importée ou puisée dans des sites d'enfouissement. De nouvelles fermetures de scieries régionales pourraient accentuer le problème.

**Tableau 3 : Bilan des écorces<sup>8</sup>**

Toutes essences	Quantité (TMA)
Offre	472 924
Demande	924 642
<b>TOTAL :</b>	<b>-451 718</b>

Des trois centrales de cogénération existantes, incluant celle de *FibreK*, il en reste deux en activité pour l'instant. Nous comptons celle de *Boralex* située à Dolbeau-Mistassini, qui avait cessé d'opérer, mais qui vient d'être rachetée par *Produits forestiers Résolu* (PFR). PFR ne pourra toutefois pas remettre rapidement en service cette centrale, car un nouveau contrat de vente d'électricité devra être négocié avec *Hydro-Québec*. Puis, il y a celle de *O&M Cogénération*. Elle est dans une situation précaire : elle ne vend son électricité qu'à environ 0,060 \$/kWh alors que *FibreK* en reçoit près du double, soit 0,112 \$/kWh. La compétition pour acquérir les écorces est donc forte. La fermeture (temporaire) de la centrale de cogénération de Dolbeau-Mistassini a permis de réduire un peu la « pression ». Chacune de ces centrales consommerait environ 400 à 500 kTMH (~200 à 250 kTMA) annuellement.

<sup>7</sup> Données forestières complètes 2010, MRNF.

<sup>8</sup> Ibid.

La réduction des activités forestières, les fermetures temporaires ou permanentes d'usines influencent grandement la consommation et la production de biomasse forestière énergétique dans la région. Les fermetures de scieries ailleurs au Québec entraînent aussi une sorte de pénurie des autres biomasses pouvant être consacrées à la production d'énergie, comme la sciure et les planures. Ainsi, les usines de *Granules LG* de Saint-Félicien et de *LG International* de Mashteuiatsh subissent les conséquences de ce ralentissement, car des compagnies ayant des difficultés à s'approvisionner dans leur propre région viennent ici chercher la matière première, ce qui en fait monter le prix. Les deux producteurs de granules régionaux occupent une bonne part du marché québécois avec une capacité de production combinée d'au plus 200 000 tonnes annuellement. *Granules LG* utilise aussi du bois incendié comme matière première et fait des essais pour la granulation de cultures énergétiques, comme le saule.

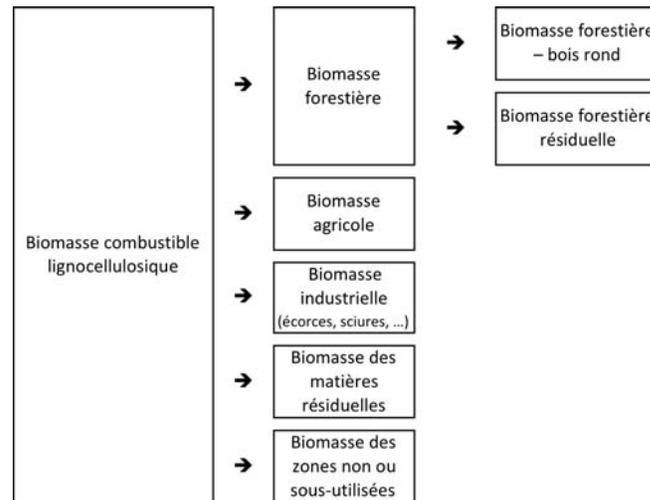
Les secteurs commercial et institutionnel utilisent aussi de la biomasse pour des besoins de chaleur et de vapeur, mais actuellement, les volumes consommés sont très faibles, voire marginaux, par rapport à la consommation totale. Les principaux utilisateurs de biomasse sont le Centre de santé et de services sociaux de Jonquière, le Centre de santé et de services sociaux Domaine-du-Roy, *Biolactis (Fromagerie Boivin de La Baie)*, la *Coopérative forestière de Petit-Paris* ou les projets de l'entreprise *ResoMass* de la *Coopérative forestière de Girardville*.

## 2. LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT POTENTIELLES EN BIOMASSE COMBUSTIBLE

La biomasse combustible ou lignocellulosique est définie, dans le cadre de ce rapport, comme toute matière organique composée de cellulose ou de lignine, peu importe la provenance (forestière ou agricole...), utilisée pour des fins de production de chaleur (et accessoirement d'électricité) au moyen d'un procédé de combustion.

Quant à la biomasse forestière, plus précisément, elle réfère à toute matière organique produite en forêt (les branches, les troncs et même les racines) et qui peut émerger d'une étape ou l'autre de la filière : coupe forestière, transformations, disposition des déchets et des sous-produits. La biomasse forestière n'est donc pas constituée que de biomasse forestière résiduelle, comme le montre le schéma suivant.

Figure 1 : Représentation des différentes biomasses combustibles lignocellulosiques



Afin de réaliser un inventaire le plus complet possible, l'évaluation n'a pas été limitée aux potentiels énergétiques reconnus. Les volumes destinés actuellement à l'industrie forestière ont été intégrés comme s'ils pouvaient être employés pour la production d'énergie, sachant très bien que cela constituerait une « révolution » dans les façons de faire de l'industrie. Une telle anticipation ne s'avèrerait toutefois pas vaine dans l'éventualité où la faible demande actuelle pour le bois régional dans les secteurs de la construction et du papier devenait la norme et que les conditions d'avant la crise ne revenaient plus.

L'étude d'un « scénario du pire » ne constitue pas en soi un désaveu des pratiques actuelles. Dans cette éventualité, de nouveaux produits et de nouveaux marchés devront être trouvés pour assurer la pérennité de l'industrie forestière dans la région. L'énergie pourrait devenir l'un de ces marchés. Mais encore faudrait-il avoir les moyens d'effectuer une telle transition.

## 2.1 Biomasse forestière sur le territoire public

### 2.1.1 Annuelle

La biomasse annuelle est celle qu'il est possible de récolter sur les terres publiques, dans le cadre actuel, année après année, en continu. Elle est constituée des bois ronds, commerciaux ou non, et des « résidus » de coupe appelés biomasse forestière résiduelle (branches et résidus de coupes, houppiers, aiguilles de conifères). Compte tenu des problématiques de coût de récolte et d'acceptabilité sociale, nous n'avons pas inclus la récolte des racines des arbres dans nos évaluations, bien que cette pratique ait cours en Europe. Le contexte de la tenure des terres dans la région étant fort différent de celui de l'Europe, la pertinence de ce type de récolte n'apparaît pas clairement pour l'instant.

Si une faible demande pour le bois régional dans les secteurs de la construction et du papier perdurait, l'utilisation d'essences actuellement dédiées à la fabrication de biens (madriers, papiers...) à des fins de production d'énergie devrait être alors envisagée. Cela signifierait d'utiliser des attributions forestières pour la production d'énergie.

Par exemple, les essences comme le sapin baumier, le peuplier faux-tremble et le peuplier baumier, possèdent de piètres qualités structurales lorsqu'on les compare avec l'épinette. Les destiner à la production d'énergie mérite réflexion et devrait être débattue entre les différents intervenants (industriels, groupes environnementaux, acteurs régionaux, ministères) pour en évaluer les conséquences et la portée.

#### ***Biomasse forestière résiduelle***

La biomasse forestière résiduelle est constituée des branches, houppiers, aiguilles de conifères et autres résidus de coupe. Afin d'optimiser le rendement énergétique de sa récolte, les évaluations comprennent uniquement la biomasse disponible dans un rayon de 100 km autour des routes régionales importantes, particulièrement de la route 169, toutes essences forestières confondues.

Ainsi, la biomasse résiduelle représenterait un potentiel maximal d'environ 1,5 TWh d'énergie thermique (à 100 % d'efficacité) ou 278 604 TMA. Le tableau 4 suivant ventile les potentiels selon les unités d'aménagement.

**Tableau 4 : Biomasse forestière résiduelle disponible dans un rayon de 100 km par unité d'aménagement**

Localisation	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
UA022-51	46 717	19,7	9 203 245	255,85
UA023-51	23 265	19,7	458 321	127,41
UA023-52	66 939	19,7	1 318 698	366,60
UA024-51	13 420	19,7	264 374	73,50
UA024-52	2 630	19,7	51 811	14,40
UA025-51	97 963	19,7	1 929 871	536,50
UA027-51	27 670	19,7	545 099	151,54
<b>TOTAL :</b>	<b>278 604</b>		<b>5 488 499</b>	<b>1 525,80</b>

Au cours des dernières années, un peu moins de la moitié de cette biomasse a été allouée dans le cadre d'appels de propositions conjoints de la CRÉ et du MRNF. Le total alloué a été de 210 250 TMV, soit approximativement 136 663 TMA ou 748 GWh. Le tableau suivant ventile ces allocations selon les unités d'aménagement. Peu de ces allocations ont été récoltées.

**Tableau 5 : Biomasse forestière résiduelle déjà allouée<sup>9</sup>**

Localisation	Quantité (TMV)	Humidité moyenne	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
UA022-51	15 500	35 %	10 075	19,7	198 477,5	55,18
UA023-51	35 000	35 %	22 750	19,7	448 175	124,59
UA023-52	33 000	35 %	21 450	19,7	422 565	117,47
UA023-52	18 000	35 %	11 700	19,7	230 490	64,08
UA023-52	49 500	35 %	32 175	19,7	633 847,5	176,21
UA024-51	15 000	35 %	9 750	19,7	192 075	53,40
UA024-52	1 200	35 %	780	19,7	15 366	4,27
UA025-51	39 600	35 %	25 740	19,7	507 078	140,97
UA027-51	3 450	35 %	2 243	19,7	44 177,25	12,28
<b>TOTAL :</b>	<b>210 250</b>		<b>136 663</b>		<b>2 692 251,25</b>	<b>748,45</b>

En faisant la différence entre ces deux tableaux, on obtient, advenant le cas où les attributions précédentes seraient reconduites, un potentiel résiduel de 777 GWh thermique, soit près de 142 000 TMA. Le tableau suivant ventile les potentiels résiduels selon les unités d'aménagement. Afin d'atteindre une certaine compétitivité avec les filières concurrentes, la récolte doit se faire en marge d'une coupe forestière conventionnelle. Ainsi, la plupart des dépenses sont amorties par la coupe de bois commerciaux et non par la récolte de biomasse résiduelle (coûts marginaux). Malgré cela, le coût de la biomasse (forêt à l'usine) est de l'ordre de 90 à 100 \$/TMA<sup>10</sup> pour une récolte à l'intérieur d'un rayon de

<sup>9</sup> Répertoire MRNF, 30 septembre 2011.

<sup>10</sup> En divisant le coût de la biomasse par 40, on obtient le prix de cette matière en ¢/kWh lorsque consommée dans une chaufferie.

50 km de l'utilisateur et de 105 à 115 \$/TMA dans un rayon jusqu'à 100 km. Pour diminuer ces coûts, de nouvelles méthodes sont expérimentées, soit produire des « baguettes » avec les cimes des arbres, tout en laissant les plus petites branches sur le parterre de coupe<sup>11</sup>.

**Tableau 6 : Solde entre la biomasse forestière résiduelle disponible et celle attribuée**

Localisation	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
UA022-51	36 642	19,7	7 21 847	200,67
UA023-51	515	19,7	10 146	2,82
UA023-52	1 614	19,7	31 796	8,84
UA024-51	3 670	19,7	72 299	20,10
UA024-52	1 850	19,7	36 445	10,13
UA025-51	72 223	19,7	1 422 793	395,54
UA027-51	25 428	19,7	500 922	139,26
<b>TOTAL :</b>	<b>141 942</b>		<b>2 796 248</b>	<b>777</b>

Les données qui auraient permis d'évaluer directement le potentiel de la biomasse forestière résiduelle sur les terres publiques intramunicipales (TPI) n'étaient pas disponibles. La même proportion employée par le MRNF pour le territoire public a alors été utilisée. Le potentiel, selon cette méthode, serait d'environ 16 000 TMA pour 88 GWh thermique. Le tableau suivant ventile ces potentiels par MRC. Le coût pour cette ressource serait semblable, soit environ 90 à 100 \$/TMA (parfois un peu plus élevé), à celui des unités d'aménagement, malgré que la ressource soit plus près des sites de consommation. Cela s'explique par le fait que les chantiers sur les TPI sont beaucoup plus petits que sur les unités d'aménagement (terres publiques).

**Tableau 7 : Biomasse forestière résiduelle potentiellement disponible sur les terres publiques intramunicipales (TPI)**

Localisation	Possibilité forestière (m <sup>3</sup> /an)	Rendement (TMA/m <sup>3</sup> ) <sup>12</sup>	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
MRC Maria-Chapdelaine	33 021	0,145	4 788	19,7	94 324	26,22
MRC Domaine-du-Roy	10 200	0,145	1 479	19,7	29 136	8,10
MRC Lac-Saint-Jean-Est	20 844	0,145	3 022	19,7	5 9541	16,55
MRC du Fjord-du-Saguenay	39 300	0,145	5 699	19,7	112 260	31,21
Ville de Saguenay	7 400	0,145	1 073	19,7	21 138	5,88
<b>TOTAL :</b>	<b>110 765</b>		<b>16 061</b>		<b>316400</b>	<b>88</b>

<sup>11</sup> Présentation faite le 26 janvier 2012 par Luc Desrochers, chercheur en opérations forestières chez FPIInnovations : *Une logique d'approvisionnement de la biomasse adaptée aux installations institutionnelles.*

<sup>12</sup> Rendement de biomasse résiduelle en TMA selon la récolte en mètres cubes.

**Bois non commerciaux**

Les essences non commerciales sont des bois, sur un territoire donné, pour lesquels il n'existe pas encore de marché actuellement. Pour la région, ces essences sont le frêne noir, l'érable rouge, l'érable à sucre, le cerisier tardif, l'érable à épis, etc.

Les bois non commerciaux ne sont pas inclus dans l'inventaire de la biomasse forestière réalisé par le MRNF dans le cadre du *Programme relatif à l'octroi d'un permis autorisant, pour une certaine période, la récolte annuelle de biomasse forestière dans les forêts du domaine de l'État*. Par conséquent, l'inventaire, dont fait l'objet ce rapport, a été réalisé en tenant en compte uniquement les résidus de coupe qui découlent des opérations forestières.

Ainsi, les données n'ont pas été obtenues pour cette section. La récupération de chablis ou de feux de forêt sera traitée dans la section 2.1.2.

**Bois commerciaux**

La biomasse analysée dans cette section est celle constituée de bois ronds (donc uniquement les troncs) qui se retrouve sur l'ensemble du territoire public de la région. Les opérations de récolte, dans ce cas, étant identiques à celles d'une coupe forestière conventionnelle, il n'est donc pas indiqué ici de se limiter à un rayon de 100 km comme dans le cas de la biomasse forestière résiduelle.

En soustrayant les attributions de la possibilité forestière (voir les deux premiers tableaux suivants), nous obtenons le potentiel énergétique résiduel permanent des bois commerciaux. On peut constater que celui-ci provient à 85 % des autres feuillus, ceux-ci ne trouvant pas preneur dans la région. Le potentiel énergétique résiduel des bois commerciaux serait approximativement de 300 000 TMA ou 1 677 TWh thermique.

Nous pouvons aborder les coûts de deux façons. La première option est d'envisager des opérations forestières spécifiquement pour la récolte de biomasse énergétique. Le coût de récolte devrait alors être semblable à celui de la récolte de bois rond pour le sciage, soit entre 55 et 65 \$/m. Le peuplier ayant un facteur de conversion de 2,6 m<sup>3</sup>/TMA, le coût se situerait donc, en ne tenant pas compte de la distance, entre 140 et 170 \$/TMA. Si l'on circonscrit la récolte à 50 km de l'utilisateur, le coût diminuerait d'environ 10 \$/m<sup>3</sup>, pour atteindre approximativement 45-55 \$/m<sup>3</sup>, soit de 115 à 145 \$/TMA.

La seconde option est de considérer une récolte totale et de diriger le bois de « qualité pâte » ou de moindre qualité vers la production d'énergie. Cette récolte de bois se fait alors à coût marginal. La garantie d'approvisionnement est alors liée au sciage. Dans un rayon de 50 km de l'utilisateur, on peut s'attendre à un coût d'environ 30 à 40 \$/m<sup>3</sup> (80 à 105 \$/TMA). En élargissant le rayon à plus de 50 km, les coûts augmentent de façon importante, notamment à cause du transport. La récolte des essences plus denses énergétiquement, comme le bouleau blanc (1,976 m<sup>3</sup>/TMA) ou le merisier (1,789 m<sup>3</sup>/TMA), fait diminuer de façon importante les coûts.

Tableau 8 : Disponibilité de biomasse provenant des bois commerciaux (possibilité forestière)

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA) <sup>13</sup>	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	6 016 270	2,75	2 187 735	19,7	43 098 371	11 981,35
Autres résineux	2 730	3	910	19,7	17 927	4,98
Peupliers	523 250	2,675	195 607	19,7	3 853 467	1 071,26
Autres feuillus	1 030 842	1,9	542 548	19,7	10 688 204	2 971,32
<b>TOTAL :</b>	<b>7 573 092</b>		<b>2 926 800</b>		<b>57 657 968</b>	<b>16 029</b>

Tableau 9 : Attribution de bois commerciaux (CAAF, CtAF, CvAF)

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	6 002 884	2,75	2 182 867	19,7	43 002 478	11 954,69
Autres résineux	100	3	33	19,7	657	0,18
Peupliers	450 450	2,675	168 393	19,7	3 317 333	922,22
Autres feuillus	511 833	1,9	269 386	19,7	5 306 900	1 475,32
<b>TOTAL :</b>	<b>6 965 267</b>		<b>2 620 679</b>		<b>51 627 368</b>	<b>14 352</b>

Tableau 10 : Potentiel énergétique résiduel permanent des bois commerciaux

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	13 386	2,75	4 868	19,7	95 892	26,66
Autres résineux	2 630	3	877	19,7	17 270	4,80
Peupliers	72 800	2,675	27 215	19,7	536 135	149,05
Autres feuillus	519 009	1,9	273 163	19,7	5 381 304	1 496,00
<b>TOTAL :</b>	<b>607 825</b>		<b>306 122</b>		<b>6 030 601</b>	<b>1677</b>

### 2.1.2 Ponctuelle

#### **Bois commerciaux non récoltés**

La crise forestière a engendré un arriéré (« backlog ») sur la récolte des attributions. Ainsi, dans le cadre d'une récolte ponctuelle, il pourrait être intéressant d'utiliser ces volumes pour la production d'énergie. Avec l'inconvénient, toutefois, qu'il n'y aurait pas de garantie d'approvisionnement à long terme. Le

<sup>13</sup> Facteur de conversion : permet de passer d'une valeur de bois rond en m<sup>3</sup> vers TMA.

prochain régime forestier devrait permettre la récupération de ces arriérés dans la récolte, facilitant son utilisation pour la production d'énergie.

Le potentiel calculé ici consiste en bois ronds sur l'ensemble du territoire public de la région. Il n'y a pas de limitation dans un rayon de 100 km comme dans le cas de la biomasse forestière résiduelle. Les opérations de récolte, dans ce cas, sont identiques à celles qui peuvent être employées lors d'une coupe forestière classique.

La différence entre les attributions et la récolte (deux premiers tableaux suivants) donne le potentiel énergétique résiduel temporaire des bois commerciaux. Ce potentiel provient de l'ensemble des essences, mais les résineux y contribuent à plus de 70 %, ce qui montre l'ampleur de la réduction de la production consécutivement à la crise. Le potentiel énergétique résiduel des bois commerciaux serait approximativement de 936 000 TMA ou 5,13 TWh thermique.

Le calcul des coûts de récolte de cette biomasse doit se faire comme si elle était une récolte conventionnelle, sans la considérer comme un coût marginal à une récolte principale. En effet, par définition, l'arriéré de bois est habituellement créé par le fait qu'il n'est pas pour l'instant nécessaire à l'industrie. Ainsi, les coûts de cette récolte seraient de l'ordre de 140 à 170 \$/TMA si l'on ne tient pas compte de la distance et d'environ 115 à 145 \$/TMA si l'on circonscrit la récolte à 50 km de l'utilisateur.

Tableau 11 : Bois commerciaux attribués 2009 (CAAF, CtAF, CvAF)<sup>14</sup>

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA) <sup>15</sup>	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	6 002 884	2,75	2 182 867	19,7	43 002 478	11 954,69
Autres résineux	100	3	33	19,7	657	0,18
Peupliers	450 450	2,675	168 393	19,7	3 317 333	922,22
Autres feuillus	511 833	1,9	269 386	19,7	53 06 900	1 475,32

Tableau 12 : Bois commerciaux récoltés 2009

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	4 268 300	2,75	1 552 109	19,7	30 576 549	8 500,28
Autres résineux	0	3	0	19,7	0	0,00
Peupliers	30 800	2,675	11 514	19,7	226 826	63,06
Autres feuillus	229 400	1,9	120 737	19,7	2 378 516	661,23

<sup>14</sup> Données forestières complètes 2010, MRNF.

<sup>15</sup> Facteur de conversion : permet de passer d'une valeur de bois rond en mètres cubes vers des TMA.

**Tableau 13 : Potentiel énergétique résiduel temporaire des bois commerciaux en 2009**

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	1 734 584	2,75	630 758	19,7	12 425 929	3 454,41
Autres résineux	100	3	33	19,7	657	0,18
Peupliers	419 650	2,675	156 879	19,7	3 090 507	859,16
Autres feuillus	282 433	1,9	148 649	19,7	2 928 384	814,09
<b>TOTAL :</b>	<b>2 436 767</b>		<b>936 319</b>		<b>18 445 476</b>	<b>5128</b>

Dans le cas des terres publiques intramunicipales, les données de récolte qui auraient permis de déterminer le potentiel énergétique résiduel de ces superficies n'ont pu être obtenues. Toutefois, en convertissant l'ensemble de la possibilité forestière de ces superficies en énergie, nous obtenons un peu plus de 41 000 TMA pour 225 GWh thermique. En retirant la récolte de bois de sciage ou de pâte, nous obtiendrons évidemment beaucoup moins d'énergie de ces territoires. Le coût devrait être de l'ordre de 115 à 170 \$/TMA pour une récolte de bois rond destiné à la production d'énergie.

**Tableau 14 : Potentiel énergétique total des bois commerciaux sur les terres publiques intramunicipales (TPI)**

Localisation	Possibilité forestière (m <sup>3</sup> /an)	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
MRC de Maria-Chapdelaine	33 021	2,7	12 230	19,7	240 931	67,0
MRC du Domaine-du-Roy	10 200	2,7	3 778	19,7	74 422	20,7
MRC de Lac-Saint-Jean-Est	20 844	2,7	7 720	19,7	152 084	42,3
MRC du Fjord-du-Saguenay	39 300	2,7	14 556	19,7	286 744	79,7
Ville de Saguenay	7 400	2,7	2 741	19,7	53 993	15,0
<b>TOTAL :</b>	<b>110 765</b>		<b>41 024</b>		<b>808 174</b>	<b>225</b>

### ***Perturbations (récupération)***

D'une année à l'autre, les perturbations (feux, chablis et autres) engendrent des volumes qui doivent être récoltés rapidement aux fins de valorisation et qui pourraient être destinés à la production d'énergie. Toutefois, les volumes disponibles sont très variables au fil des ans et ne peuvent assurer une stabilité dans le temps. En 2009, la valorisation énergétique de ces volumes dans la région aurait donné plus de 32 000 TMA ou 177 GWh thermique. L'année 2009 est représentative des années de faible récupération à la suite de perturbations.

La récupération de bois affectés par les insectes (tordeuse du bourgeon de l'épinette, par exemple) n'a pas été considérée dans le calcul du potentiel énergétique pouvant provenir de la récupération à la suite de perturbations.

L'évaluation du coût de récolte suite à des perturbations à des fins énergétiques est complexe, car les parterres de coupe sont distribués aléatoirement et le gouvernement fournit certains incitatifs financiers qui couvrent entre 75 % et 100 % des frais supplémentaires. On pourrait dire, approximativement, que les coûts devraient se situer entre 115 à 170 \$/TMA, selon que la perturbation est plus ou moins éloignée de l'utilisateur.

**Tableau 15 : Récolte de récupération de feux, chablis et autres 2009**

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
Feux	81 995	2,75	29 816	19,7	587 382	163,29
Chablis et autres	7 091	2,75	2 579	19,7	50 797	14,12
<b>TOTAL :</b>	<b>89 086</b>		<b>32 395</b>		<b>638 180</b>	<b>177</b>

## 2.2 Biomasse forestière sur le territoire privé

### *Biomasse forestière résiduelle*

Comme c'est le cas dans la section 2.1.1, la biomasse forestière résiduelle est constituée des « résidus » de coupe (branches et résidus de coupes, houppiers, aiguilles de conifères), sans inclure les racines. Afin de déterminer la quantité disponible, nous avons appliqué, en territoire privé, le même le ratio de la biomasse résiduelle sur la possibilité forestière que l'on retrouve en territoire public. Cette possibilité forestière a été obtenue séparément pour les résineux et pour les feuillus. Ainsi, le potentiel énergétique total de biomasse forestière résiduelle en territoire privé est de l'ordre de 700 GWh (127 565 TMA).

Les données qui permettraient d'évaluer le coût de la biomasse résiduelle du territoire privé sont confidentielles et n'ont donc pas été accessibles pour ce rapport. Toutefois, contrairement à la forêt publique, les parcelles de coupes sont petites, morcelées et souvent « éloignées » les unes des autres, ce qui désavantage la récolte de la biomasse forestière résiduelle. De plus, les équipements, plus artisanaux, sont vraisemblablement moins adaptés et plus coûteux au regard des possibilités de récolte. Finalement, la faible rentabilité pour le propriétaire terrien pourrait réduire d'autant l'attrait de ce potentiel.

Compte tenu des petites superficies en jeu, le coût est possiblement au-dessus du coût maximal de la biomasse résiduelle en territoire public qui est de 115 \$/TMA.

**Tableau 16 : Disponibilité de biomasse forestière résiduelle dans le territoire privé**

Essence	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
Résineux	41 991	19,7	827 220	229,97
Feuillus	85 574	19,7	1 685 812	468,66
<b>TOTAL :</b>	<b>127 565</b>		<b>2 513 031</b>	<b>699</b>

### Bois commerciaux

Le potentiel énergétique évalué dans cette section est constitué des bois ronds commerciaux qui n'ont pas fait l'objet de récolte pour l'industrie forestière traditionnelle. Cet arriéré (« backlog ») de récolte est important pour l'ensemble des essences, mais est particulièrement élevé dans le cas du peuplier, 75 % de la possibilité n'ayant pas été récoltée pour cette essence. Le potentiel énergétique résiduel serait de l'ordre de 773 GWh (141 000 TMA), tandis que le potentiel énergétique total de l'ensemble de cette biomasse, c'est-à-dire en destinant l'ensemble de la possibilité forestière pour la production d'énergie, serait de 1,24 TWh (226 000 TMA). Cela représente l'énergie disponible dans un peu plus de 63 % de la possibilité forestière des forêts privées, soit approximativement la moyenne pondérée des arriérés de récoltes des onze dernières années.

Les contraintes pour la récolte, entraînant possiblement une hausse des coûts, pourraient être plus importantes qu'en forêt publique, notamment à cause des équipements de récolte nécessitant plus de main-d'œuvre, de la faible superficie des parcelles et, de façon plus importante, des propriétaires terriens réfractaires à la récolte ou exigeant plus de « redevances » pour leur bois. Toutefois, les distances étant souvent plus faibles, les coûts de transport le sont aussi. De plus, l'évaluation de la possibilité forestière en territoire privé n'est pas très précise et celle-ci pourrait être beaucoup plus élevée en employant des techniques de récolte plus appropriées pour une forêt mixte. À cet effet, le rendement de 1,6 m/ha<sup>16</sup> pour la forêt privée (donnée fournie par le MRNF<sup>17</sup>) pourrait atteindre jusqu'à 7 m/ha avec des méthodes d'aménagement et de récolte différentes<sup>18</sup>.

Afin d'obtenir du volume de bois provenant des forêts privées pour la production d'énergie, il apparaît que les propriétaires n'iront pas en deçà des prix offerts actuellement par le syndicat, soit de 23 à 51 \$ le mètre cube. Encore là, plusieurs producteurs les estiment trop bas. On peut ainsi les considérer comme un prix plancher. À cela, il faut ajouter le coût du transport et de mise en marché, environ 25 % du prix d'achat, soit 6 à 13 \$ le mètre cube. On pourrait alors obtenir un coût approximatif de 29 à 64 \$ le mètre cube, soit de 75 à 170 \$ par tonne métrique anhydre (TMA).

**Tableau 17 : Possibilité forestière du territoire privé (bois commerciaux)**

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA) <sup>19</sup>	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	303 800	2,75	110 473	19,7	2 176 313	605,01
Autres résineux	3 600	3	1 200	19,7	23640	6,57
Peupliers	191 600	2,675	71 626	19,7	1 411 036	392,27
Autres feuillus	81 800	1,9	43 053	19,7	848 137	235,78
<b>TOTAL :</b>	<b>580 800</b>		<b>226 352</b>		<b>4 459 125</b>	<b>1 240</b>

<sup>16</sup> 580 800 m pour 364 661 hectares.

<sup>17</sup> Données forestières complètes 2010, MRNF.

<sup>18</sup> OTIS, Léonard, *Une forêt pour vivre*, UQAR, 1989.

<sup>19</sup> Facteur de conversion : permet de passer d'une valeur de bois rond en mètres cubes vers des TMA.

Tableau 18 : Récolte de bois commerciaux territoire privé

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	122 700	2,75	44 618	19,7	878 978	244,36
Autres résineux	100	3	33	19,7	657	0,18
Peupliers	47 400	2,675	17 720	19,7	349 077	97,04
Autres feuillus	43 300	1,9	22 789	19,7	448 953	124,81
<b>TOTAL :</b>	<b>213 500</b>		<b>85 160</b>		<b>1 677 664</b>	<b>466</b>

Tableau 19 : Solde entre la possibilité forestière et la récolte 2009

Essence	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
SEPM	181 100	2,75	65 855	19,7	1 297 335	360,66
Autres résineux	3 500	3	1 167	19,7	22 983	6,39
Peupliers	144 200	2,675	53 907	19,7	1 061 959	295,22
Autres feuillus	38 500	1,9	20 263	19,7	399 184	110,97
<b>TOTAL :</b>	<b>367 300</b>		<b>141 191</b>		<b>2 781 461</b>	<b>773</b>

### Bois non commerciaux

Nous n'avons pas de données concernant les bois non commerciaux en forêt privée, mais une partie de ces essences, notamment le frêne noir, l'érable rouge et l'érable à sucre, sont recherchées pour la production de bûches traditionnelles. Ainsi, selon le MRNF, la production régionale serait de l'ordre de 115 GWh (21 000 TMA), mais elle est, selon toute vraisemblance, sous-estimée (voir section 1). Le potentiel supplémentaire est très difficile à évaluer dans le contexte actuel d'une foresterie traditionnelle, car l'adoption d'un aménagement forestier multiressource, qui inclurait la production d'énergie, en augmenterait de beaucoup les volumes disponibles.

Le coût du bois de chauffage livré, dans le secteur résidentiel, se situe entre 170 et 230 \$/TMA.

Tableau 20 : Récolte de bois de chauffage dans la région et valeur énergétique<sup>20</sup>

Toutes essences	Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (m <sup>3</sup> /TMA)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
Lac-Saint-Jean	20 000	1,9	10 526	19,7	207 368	57,65
Saguenay	20 000	1,9	10 526	19,7	207 368	57,65
<b>TOTAL :</b>	<b>40 000</b>		<b>21 053</b>		<b>414 737</b>	<b>115</b>

<sup>20</sup> Données forestières complètes 2010, MRNF.

## 2.3 Biomasse industrielle

Cette section aborde les sous-produits du sciage comme les écorces, les copeaux, les sciures et les planures qui pourraient faire l'objet d'une utilisation pour la production d'énergie.

La disponibilité des sous-produits du sciage est de plus en plus problématique dans la région en raison de la diminution du nombre des scieries qui réduit les approvisionnements en sous-produits. Il est probable que la région ne connaisse plus les conditions économiques d'avant la crise qui mettaient ces sous-produits disponibles en grande quantité pour la production d'énergie, à faible coût.

Les données précises concernant les sous-produits (sciures, planures, copeaux et écorces) des usines de sciage sont disponibles au MRNF, mais elles sont confidentielles. Il n'est pas possible non plus d'obtenir le bilan de chacun des sous-produits pour la région, considérant que *Produits forestiers Résolu* (PFR) y détient environ 80 % des attributions en forêt publique et qu'il serait facile de faire rapidement des liens entre ces données globales et la situation de cette entreprise. Toutefois, nous avons tout de même obtenu le bilan régional des écorces dans la région pour 2008.

Ainsi, le bilan des écorces est fortement négatif dans la région : il est déficitaire d'environ à 50 % et il risque de le rester pour un bon bout de temps, à moins que nous assistions à la fermeture de grands consommateurs d'écorces, comme les centrales de cogénération. La pression sur la ressource pousse les prix à la hausse, souvent au-delà de la rentabilité pour certains acteurs n'ayant pas leur propre production d'écorces.

Les prix actuels des copeaux sont à 130 \$/TMA et la sciure à 50 \$/TMA. Les écorces peuvent être obtenues entre 18 et 20 \$/TMV au Lac-Saint-Jean et à 2 \$/TMV dans le Bas-Saguenay. Ces prix n'incluent pas le transport.

Tableau 21 : Bilan des écorces et valeur énergétique 2008<sup>21</sup>

Toutes essences	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
Production estimée et importations	472 924	19,7	931 6603	2 590,02
Consommations et exportations	924 642	19,7	18 215 447	5 063,89
<b>TOTAL :</b>	<b>-451 718</b>		<b>-8 898 845</b>	<b>-2 474</b>

## 2.4 Biomasse agricole

Cette section présente le potentiel d'énergie pouvant être produit soit par des cultures de plantes habituellement vivaces (saule, peuplier, panic érigé, alpiste roseau, miscanthus...), soit par l'utilisation d'espèces végétales poussant naturellement dans des friches arbustives ou herbacées. Pour être retenues ici, ces plantes doivent être de nature lignocellulosique, ce qui les rend utilisables dans des appareils de

<sup>21</sup> Ibid.

combustion, quoique cela puisse entraîner des problèmes particuliers de corrosion et des taux élevés de cendres.

Afin de simplifier les calculs, nous avons retenu un rendement moyen de l'ordre de 7 TMA/hectare, une valeur relativement conservatrice, afin de ne pas surévaluer les volumes disponibles de cette ressource dont on ne connaît pas encore précisément les rendements dans la région.

Nous pensons aussi que, dans une approche plus « naturelle » ou « écologique », il y aurait un intérêt à explorer la possibilité de récolter les friches telles qu'elles se présentent plutôt que de les « remettre en culture », évitant ainsi le défrichage, des travaux de sol et des plantations, des opérations souvent coûteuses et qui bloquent les terres pour longtemps.

De plus, les espèces naturellement présentes dans les friches sont souvent plus adaptées aux conditions et aux types de sols dans lesquels elles poussent. L'observation et la connaissance de ces friches pourraient nous amener à « imiter » la nature en semant artificiellement les espèces indigènes de ces milieux dans les friches herbacées. En accélérant le processus naturel, la productivité de ces plantes serait augmentée. La fertilisation, notamment avec des cendres ou des boues d'épuration des eaux issues des procédés biologiques de l'industrie papetière, améliorerait les conditions de croissance dans ces friches. Cette solution mériterait un approfondissement, car d'importantes réductions de coût de ce type de biomasse pourraient être possibles.

Afin de ne pas introduire une concurrence entre la production énergétique et la production alimentaire, nous n'avons considéré ici que l'utilisation de superficies en friche ou à l'abandon. Pour évaluer le potentiel total de ces superficies, nous avons d'abord considéré les superficies de friches ou à l'abandon qui ont été déclarées par les producteurs agricoles reconnus par le MAPAQ.

Après la lecture de certaines études, nous avons rapidement constaté qu'une portion très importante des friches était plutôt disponible sur des parcelles n'appartenant pas à des producteurs agricoles. Toutefois, comme les données sont à peu près inexistantes, nous avons utilisé une étude réalisée par les *Verts Boisés du Fjord* concernant la Ville de Saguenay<sup>22</sup>. Les données du MAPAQ mentionnaient 1 097 hectares en friche pour la Ville alors que cette étude, réalisée à partir des données géomatiques disponibles au service d'aménagement et d'urbanisme, indiquait 4 532 hectares. En employant le même ratio, la valeur haute du potentiel énergétique des friches régionales a pu être obtenue.

Il existe aussi des friches sur les unités d'aménagement du territoire public, mais il n'existe pas de données pour en évaluer les quantités. Elles n'ont donc pas été tenues en compte dans les évaluations.

Le potentiel énergétique des friches se situerait donc, dans la région, entre 228 GWh (43 855 TMA) et 942 GWh (181 177 TMA).

Les coûts d'approvisionnement de cette filière seraient de 73 à 90 \$/TMA pour le panic érigé et de 58 à 85 \$/TMA pour le saule<sup>23</sup>. Cela dit, les dépenses en carburants et en autres intrants ayant beaucoup augmenté depuis ces évaluations, il apparaît qu'il serait difficile d'obtenir une matière combustible issue

---

<sup>22</sup> TREMBLAY, Gille et Nicolas MORIN-JODRY, *Étude d'opportunités concernant des projets d'aménagements forestiers sur le territoire de Saguenay, à l'ère de l'entrée prochaine du Québec dans le marché Nord-américain du carbone, en 2013*, Les Verts Boisés du fjord, septembre 2011.

<sup>23</sup> CRAAQ, *La production de biocombustibles solides à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques*, 2008.

d'une culture énergétique à moins de 100 \$/TMA. Toutefois, la récolte de friches naturelles pourrait faire diminuer sensiblement le prix, étant donné qu'aucune préparation du sol n'est nécessaire et que cela ne bloque pas à long terme des parcelles. Les quantités disponibles seraient alors augmentées.

**Tableau 22 : Superficie des friches selon les fiches de déclarations des producteurs agricoles enregistrés<sup>24</sup>**

Localisation	Superficie (ha)	Rendement (TMA/ha)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
MRC de Maria-Chapdelaine	1 764	7	12 348	18,7	230 908	64,19
MRC du Domaine-du-Roy	945	7	6 615	18,7	123 701	34,39
MRC de Lac-Saint-Jean-Est	1 729	7	12 103	18,7	226 326	62,92
MRC du Fjord-du-Saguenay	730	7	5 110	18,7	95 557	26,56
Ville de Saguenay	1 097	7	7 679	18,7	143 597	39,92
<b>TOTAL :</b>	<b>6 265</b>		<b>43 855</b>		<b>820 088,5</b>	<b>228</b>

**Tableau 23 : Superficies des friches potentielles avec ratio multiplicateur**

Localisation	Superficie (ha)	Rendement (TMA/ha)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
MRC de Maria-Chapdelaine	7 288	7	51 013	18,7	953 941	265,20
MRC du Domaine-du-Roy	3 904	7	27 328	18,7	511 040	142,07
MRC de Lac-Saint-Jean-Est	7 143	7	50 001	18,7	935 014	259,93
MRC du Fjord-du-Saguenay	3 016	7	21 111	18,7	394 771	109,75
Ville de Saguenay	4 532	7	31 724	18,7	593 239	164,92
<b>TOTAL</b>	<b>25 882</b>		<b>181 177</b>		<b>3 388 005</b>	<b>942</b>

## 2.5 Biomasse des matières résiduelles

Cette section porte sur le potentiel énergétique des déchets de bois provenant des centres de tri, des éco-centres et des services de déconstruction, ainsi que les volumes disponibles lors de l'émondage des lignes électriques. Elle inclut aussi les volumes d'écorces provenant des lieux d'enfouissement dédiés à cette matière.

Bien que les déchets de bois constituent une part relativement faible des déchets gérés par les municipalités de la région, ces matières ne pourront plus être acheminées vers les sites d'enfouissement à partir de 2014, selon *Recyc-Québec*. Ce bois présente aussi des risques de contamination qui peuvent être importants : peintures, colles, produits de traitement contre la pourriture, vernis, etc. En faisant abstraction de ces possibles contaminations, le potentiel énergétique total de ces résidus se situerait, selon les deux plans de gestion de matières résiduelles (PGMR) régionaux, aux environs de 105 GWh (19 000 TMA) et ces matières seraient situées principalement sur le territoire de la Ville de Saguenay.

<sup>24</sup> Statistiques agricoles régionales 2010, MAPAQ.

Les coûts associés à la valorisation énergétique des déchets de bois ne sont pas connus. Or, malgré qu'ils soient situés à proximité des utilisateurs d'énergie, la présence d'éventuels contaminants pourrait avoir un impact non négligeable sur leur disponibilité.

**Tableau 24 : Bois résiduels destinés à l'enfouissement pour la Ville de Saguenay et la MRC Fjord-du-Saguenay<sup>25</sup>**

Provenance	Quantité (TMV)	Humidité moyenne	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
Résidentiel (résidus verts)	1 426	20 %	1 140,8	19,7	22 473,76	6,25
ICI bois	4 252	20 %	3 401,6	19,7	67 011,52	18,63
CRD bois	16 603	20 %	13 282,4	19,7	261 663,28	72,74
<b>TOTAL :</b>	<b>22 281</b>		<b>17 825</b>		<b>351 148,56</b>	<b>97,62</b>

**Tableau 25 : Bois résiduels destinés à l'enfouissement pour les MRC du Lac-Saint-Jean<sup>26</sup>**

Localisation	Quantité (TMV)	Humidité moyenne	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
MRC Maria-Chapdelaine	350	20 %	280	19,7	5 516	1,53
MRC Domaine-du-Roy	476	20 %	380,8	19,7	7 501,76	2,09
MRC Lac-Saint-Jean-Est	742	20 %	593,6	19,7	11 693,92	3,25
<b>TOTAL</b>	<b>1 568</b>		<b>1 254</b>		<b>24 711,68</b>	<b>6,87</b>

Au cours des dernières années, l'émondage des lignes de distribution électrique d'Hydro-Québec se faisait, dans l'ensemble de la région, par *Arboriculture* de Beauce. Selon les informations obtenues, la moyenne de récolte pour la région était de 4 400 m (cinq camions de 11 m chacun, deux voyages par camion par semaine, pendant 40 semaines). Cela représente un potentiel énergétique annuel de 2,3 GWh (418 TMA).

**Tableau 26 : Copeaux provenant de l'élagage des lignes de distribution d'Hydro-Québec pour l'ensemble de la région**

Quantité (m <sup>3</sup> )	Facteur de conversion (TMA/m) <sup>27</sup>	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
<b>4 400</b>	<b>0,095</b>	<b>418</b>	<b>19,7</b>	<b>8 234,6</b>	<b>2,29</b>

<sup>25</sup> PGMR Saguenay/Fjord-du-Saguenay.

<sup>26</sup> PGMR des MRC du Lac-Saint-Jean.

<sup>27</sup> Facteur de conversion des écorces de feuillus.

Le potentiel énergétique des écorces enfouies serait de 11,5 millions de tonnes métriques vertes (TMV)<sup>28</sup>, soit l'équivalent de 22 TWh thermique (4 millions de TMA). Mentionnons que ce potentiel n'est pas récurrent ou renouvelable. Ces écorces contiennent du sable, divers résidus (métaux, par exemple) et, surtout, un très fort taux d'humidité. Elles sont entrées dans une phase de prédécomposition et laissent donc s'échapper des odeurs et un lixiviat qu'il faut maîtriser, surtout lorsque l'utilisateur est à proximité des zones résidentielles. Ce potentiel pose donc des défis de gestion dont O&M *Cogénération* à Saint-Félicien, important utilisateur de ces résidus, est passé maître. Le retrait de ces résidus réduit considérablement la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau.

Les coûts associés à l'utilisation de cette matière résiduelle sont inconnus.

**Tableau 27 : Potentiel énergétique des écorces enfouies**

Quantité (TMV)	Humidité (%)	Quantité (TMA)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
<b>11 500 000</b>	<b>65 %</b>	4 025 000	<b>19,7</b>	<b>79 292 500</b>	<b>22 043</b>

## 2.6 Biomasse des zones non ou sous-exploitées

La présente section concerne la valorisation, pour la production d'énergie, de parcelles de terre qui sont actuellement peu ou pas utilisées. Cette valorisation pourrait se faire grâce à des cultures énergétiques ou tout simplement en faisant la récolte des essences indigènes qui poussent sur ces superficies. Celles-ci incluent les emprises des lignes de transport à haute tension d'*Hydro-Québec*, de *Rio Tinto Alcan* et de *Produits forestiers Résolu* ainsi que l'emprise des bords de routes et d'autoroutes. Le potentiel de bioénergie à l'intérieur des emprises de lignes de distribution d'électricité ne fait pas partie de cette section, car il a déjà été évalué précédemment (section 2.5) et il fait l'objet d'émondages récurrents.

Le potentiel de valorisation énergétique des emprises de routes et d'autoroutes de la région est très marginal. Compte tenu des moyens disponibles pour cette étude, du manque de données et d'une faible perspective de potentiel énergétique, cette évaluation n'a pas été réalisée.

Pour estimer le potentiel de bioénergie des emprises des lignes de transport électrique, la superficie de celles-ci a été calculée en multipliant la longueur des tronçons par leur largeur<sup>29</sup>. Ces superficies faisant déjà l'objet d'utilisations concurrentes à la production de bioénergie (routes, agriculture, par exemple) ou n'étant pas propices à celle-ci (cours d'eau, zones humides, rocs), seulement environ 25 % de la superficie a été estimée propice à des cultures énergétiques ou à la valorisation d'espèces indigènes pour la production d'énergie. Ainsi, ce potentiel serait approximativement de 120 GWh thermique (23 000 TMA) pour l'ensemble des lignes de transport. Évidemment, plus de 80 % de ce potentiel se retrouverait sous les lignes d'*Hydro-Québec*. L'avantage de la mise en valeur de cette ressource, lorsque cela est possible, est d'entretenir l'emprise sans recourir à des phytocides, tout en produisant une valeur ajoutée.

<sup>28</sup> LAURENT, Achille-Benjamin, *La valorisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques: une opportunité pour les communautés forestières*, Agence de développement des communautés forestières inue et jeannoise, avril 2008.

<sup>29</sup> Les largeurs d'emprise ont été estimées à partir de Google Maps car *Hydro-Québec* ne veut pas fournir l'information sur les largeurs d'emprises de ses installations.

En procédant à la valorisation de ces superficies par des cultures énergétiques, les coûts d'approvisionnement devraient être supérieurs à 100 \$/TMA. La récolte de friches naturelles pourrait faire diminuer sensiblement ce prix, étant donné qu'aucune préparation n'est nécessaire : il suffit de faire la récolte et de transporter la biomasse à l'usine.

**Tableau 28 : Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport d'Hydro-Québec**

Tension	Longueur (km)	Largeur (m)	Facteur de rendement superficie (%)	Superficie potentielle (ha)	Rendement de la culture (TMA/ha)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
120 ou 161 kV	590	25	25 %	368,75	7	18,7	48 269,375	13,42
230 kV	90	45	25 %	101,25	7	18,7	13 253,625	3,68
315 kV	158	45	25 %	177,75	7	18,7	23 267,475	6,47
450 kV	115	75	25 %	215,625	7	18,7	28 225,3125	7,85
735 kV	981	75	25 %	1 839,375	7	18,7	240 774,188	66,94
<b>TOTAL :</b>	<b>1 934</b>			<b>2 702,75</b>			<b>353 789,975</b>	<b>98</b>

**Tableau 27 : Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport de Rio Tinto Alcan**

Tension	Longueur (km)	Largeur (m)	Facteur de rendement superficie (%)	Superficie potentielle (ha)	Rendement de la culture (TMA/ha)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
120 ou 161 kV	884	25	25 %	552,5	7	18,7	72 322,25	20,11
230 kV	0	45	25 %	0	7	18,7	0	0,00
315 kV	0	45	25 %	0	7	18,7	0	0,00
450 kV	0	75	25 %	0	7	18,7	0	0,00
735 kV	0	75	25 %	0	7	18,7	0	0,00
<b>TOTAL :</b>	<b>884</b>			<b>552,5</b>			<b>72 322,25</b>	<b>20</b>

Tableau 28 : Biomasse potentielle provenant de la ligniculture sous les lignes de transport de Produits forestiers Résolu

Tension	Longueur (km)	Largeur (m)	Facteur de rendement superficie (%)	Superficie potentielle (ha)	Rendement de la culture (TMA/ha)	Densité énergétique (MJ/kg)	Quantité (GJ)	Quantité (GWh)
120 ou 161 kV	86	25	25 %	53,75	7	18,7	7 035,875	1,96
230 kV	0	45	25 %	0	7	18,7	0	0,00
315 kV	0	45	25 %	0	7	18,7	0	0,00
450 kV	0	75	25 %	0	7	18,7	0	0,00
735 kV	0	75	25 %	0	7	18,7	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>			<b>53,75</b>			<b>7 035,875</b>	<b>2</b>

### 3. ÉQUIPEMENTS POUR LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE LA BIOMASSE

Il est question, dans cette section, de mettre en lumière certaines innovations pertinentes et non de dresser la liste de toutes les technologies de récoltes ou de combustion qui ont déjà été mentionnées dans d'autres ouvrages<sup>30</sup>.

Deux équipements retiennent l'attention. Le premier est un système de production de poudre de bois sèche *KDS Micronex* de *First American Scientific Corporation*<sup>31</sup> et le second est la récolteuse de biomasse *Biobaler* du *Groupe Anderson* de Chesterville, au Québec. Ce choix se justifie par le fait que ces deux appareils simplifient grandement l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie, principalement pour le secteur industriel.

Figure 2 : Le « KDS Micronex » de First American Scientific Corp

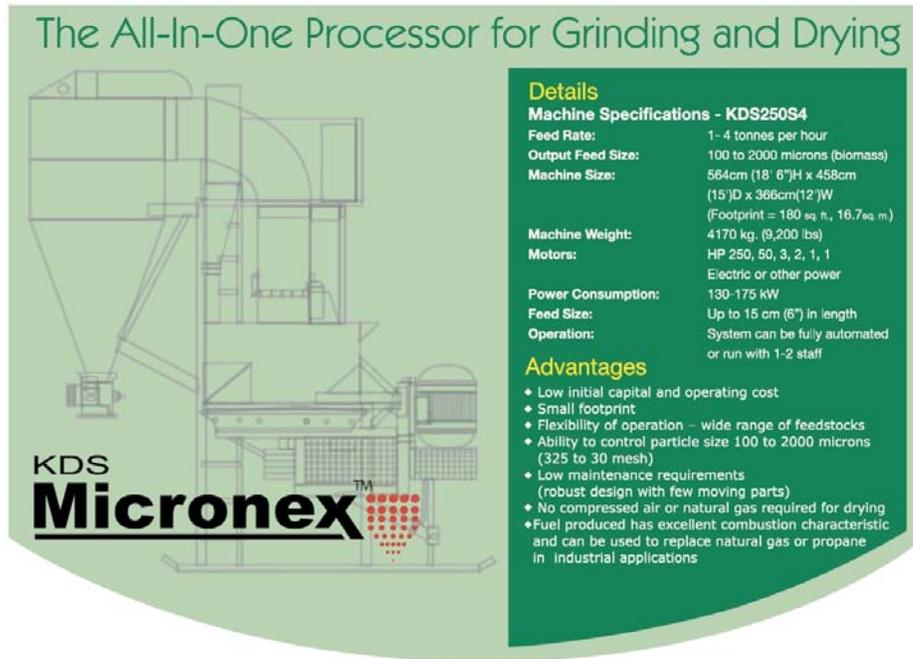


---

<sup>30</sup> MRNF, *Profil des produits forestiers – Première transformation – biomasse forestière résiduelle – Inventaire des méthodes et équipements de récupération ainsi que des systèmes de combustion les plus courants*, août 2006.

<sup>31</sup> [www.fasc.net](http://www.fasc.net).

Figure 3 : Spécifications du « KDS Micronex » de First American Scientific Corp



The All-In-One Processor for Grinding and Drying

**KDS Micronex™**

**Details**

**Machine Specifications - KDS250S4**

**Feed Rate:** 1-4 tonnes per hour

**Output Feed Size:** 100 to 2000 microns (biomass)

**Machine Size:** 564cm (18' 6")H x 458cm (15')D x 366cm(12')W  
(Footprint = 180 sq. ft., 16.7sq. m.)

**Machine Weight:** 4170 kg. (9,200 lbs)

**Motors:** HP 250, 50, 3, 2, 1, 1  
Electric or other power

**Power Consumption:** 130-175 kW

**Feed Size:** Up to 15 cm (6") in length

**Operation:** System can be fully automated or run with 1-2 staff

**Advantages**

- Low initial capital and operating cost
- Small footprint
- Flexibility of operation – wide range of feedstocks
- Ability to control particle size 100 to 2000 microns (325 to 30 mesh)
- Low maintenance requirements (robust design with few moving parts)
- No compressed air or natural gas required for drying
- Fuel produced has excellent combustion characteristic and can be used to replace natural gas or propane in industrial applications

Le *KDS Micronex* utilise des copeaux humides comme matière première pour en faire une poudre de bois avec un taux d'humidité inférieur à 10 %. Cette poudre peut être directement brûlée dans une bouilloire existante, à l'aide d'un appareil de combustion de poussières (« dust burner ») qui nécessite peu de modifications au système existant. Dans une installation industrielle déjà existante, les coûts peuvent être ainsi minimisés tout en remplaçant des combustibles fossiles.

Figure 4 : Récolteuse à biomasse *Biobaler*



Figure 5 : *Biobaler* à l'oeuvre

Le *Biobaler* est une machine qui ressemble à une presse à balles rondes utilisée en agriculture. Elle coupe la biomasse, la prédéchiquète et la densifie sous la forme de ballots semblables à ceux produits par les presses à foin. Le transport de la biomasse est ainsi facilité, tout en lui permettant aussi de sécher directement sur le lieu de la récolte. Selon le *Groupe Anderson*, « chaque balle contient environ 1 MWh d'énergie, selon le type de végétation. La productivité du *BioBaler* peut atteindre 40 balles/heure (20 tonnes/heure) sur des plantations et de 15 à 18 balles/heure (de 8 à 10 tonnes/heure) en milieu naturel. Le *BioBaler* peut récolter différentes espèces de broussailles et d'arbres ayant un diamètre jusqu'à 10 cm (4 po). À ce jour, le *BioBaler* est le seul système viable économiquement permettant de récolter des broussailles naturelles »<sup>32</sup>. Pour la récolte de friches, de cultures énergétiques et de la biomasse dans les emprises de ligne de transport électrique ou de routes, cette machine semble la plus conseillée actuellement.

<sup>32</sup> <http://www.grpanderson.com/fr/biomasse/systeme-biobaler>.

## 4. ESTIMATION DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES RÉGIONAUX DE L'UTILISATION DE LA BIOMASSE

De nombreuses filières renouvelables émergentes ou en début de croissance (notamment le solaire, l'éolien et la géothermie) sont considérées par certains groupes environnementaux comme plus intéressantes que la biomasse. Or, il s'avère que les retombées socio-économiques de la biomasse sur les milieux ruraux et régionaux sont beaucoup plus importantes que celles des autres filières d'énergies renouvelables.

Cela s'explique par l'ampleur des interventions humaines nécessaires pour récolter, conditionner et consommer la matière, ce qui génère beaucoup d'emplois locaux. Les équipements de production, dans la plupart des autres filières, sont fabriqués à l'étranger ou près des grands centres urbains, ce qui ne favorise ni les régions ni les milieux ruraux.

Une étude du *Groupe de recherches écologiques de La Baie* (GREB), commandée par le *Groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie*<sup>33</sup>, montre que l'utilisation de biomasse comme source d'énergie générerait beaucoup plus de retombées socio-économiques locales qu'un grand projet hydroélectrique comme celui de la centrale hydroélectrique Péribonka IV d'Hydro-Québec. Une comparaison éloquente puisque le projet de cette centrale avait fait l'objet d'une démarche de maximisation des retombées régionales (voir le tableau et le graphique suivants).

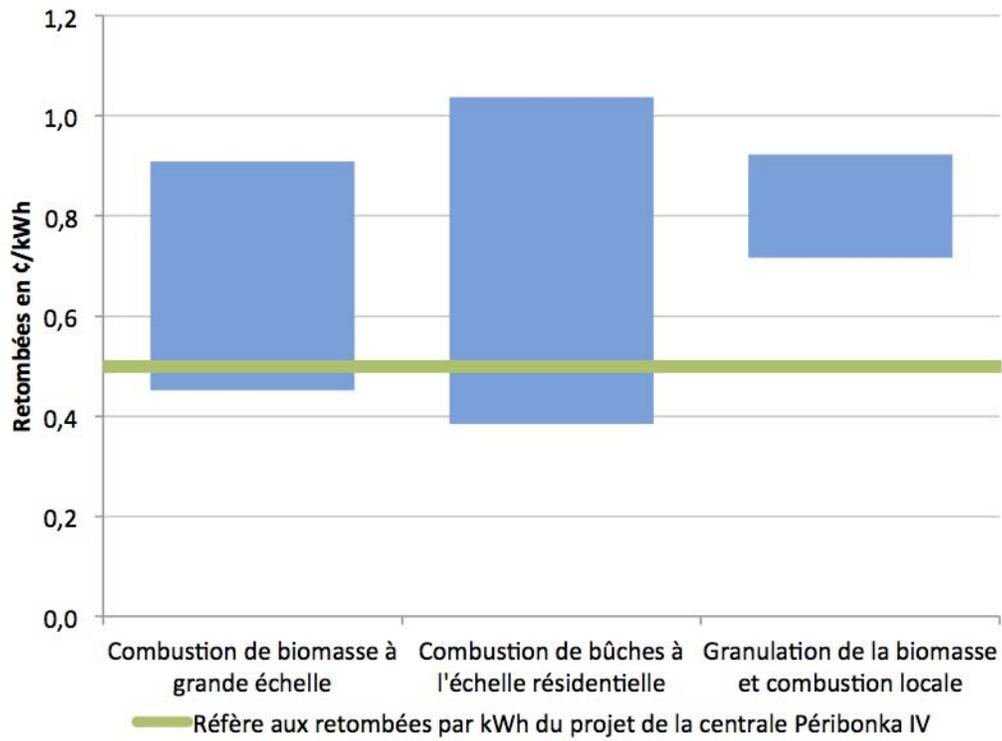
La région aurait donc tout à gagner à développer l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie pour tous les secteurs (résidentiel, commercial, institutionnel et industriel). La multiplication de projets de biomasse pourrait devenir un levier économique important, pour peu que l'on s'assure d'un développement harmonieux de la filière.

**Tableau 29 : Retombées économiques des filières biomasses dans les milieux d'accueil**

	Référence : Projet Péribonka IV	Combustion à grande échelle de biomasse	Combustion de bûches à l'échelle résidentielle	Granulation de la biomasse et combustion locale
Retombées minimales (¢/kWh)	-----	<b>0,451</b>	<b>0,384</b>	<b>0,717</b>
Retombées maximales (¢/kWh)	<b>0,499</b>	<b>0,909</b>	<b>1,038</b>	<b>0,923</b>

<sup>33</sup> GROUPE DE RECHERCHES ÉCOLOGIQUES DE LA BAIE (GREB), *Estimation des retombées socioéconomiques dans les milieux d'accueil selon la taille et la filière de projets énergétiques*, mars 2011.

Tableau 32 : Retombées économiques des filières biomasses dans les milieux d'accueil



## 5. UN MOT SUR LA QUESTION DE LA « CARBONEUTRALITÉ » DE LA FILIÈRE BIOMASSE ÉNERGIE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

### 5.1 Carboneutralité

L'image de la filière biomasse énergétique a été mise à mal à la fin de 2011 par la publication du document « De biomasse...à biomascarade » par Greenpeace<sup>34</sup>. Il importe de s'attarder à de tels événements et de ne pas les balayer sous le tapis, car le public est de plus en plus à l'écoute de ce type de discours. À preuve, le film *L'erreur boréale* de Richard Desjardins qui a eu un fort impact sur la perception de l'industrie forestière par le public. Cela donne un aperçu de ce qui pourrait arriver en négligeant de promouvoir la biomasse énergétique auprès du grand public.

Le risque de nuisance du document de Greenpeace, qui porte sur la filière de la biomasse énergétique, est d'autant plus réel qu'il pose quelques bonnes questions quant aux orientations que devrait prendre cette filière. Lors d'une rencontre récente avec les dirigeants de Greenpeace à Montréal, le point a été fait sur la vision que l'organisme avait de l'exploitation de cette ressource. Ils jugent qu'il y a trois points essentiels.

En premier lieu, ils estiment qu'il faille se méfier de la définition du mot « résidu » pour ne pas tout qualifier de matière résiduelle, uniquement sur la base que cette matière ne peut être employée par l'industrie forestière ou par l'être humain. Par exemple, une forêt incendiée, un chablis ou les branches après une coupe sont utiles dans le cycle naturel et les prélever a une incidence qui pourrait être importante sur la biosphère (pertes d'éléments fertilisants ou d'humus, émissions de GES, écoulement des eaux...). Ces matières ne constitueraient pas un « résidu », selon eux.

Le deuxième point consiste en la carboneutralité de la filière de la biomasse. Il faut savoir que cette carboneutralité a été établie par défaut dans le cadre de l'accord de Kyoto, faute d'informations précises. Selon cette approche généralement admise, toute combustion de biomasse n'engendrerait pas d'émissions de gaz à effet de serre, car le carbone émis est biogénique, c'est-à-dire produit dans un cycle à « l'échelle de temps humaine », contrairement au carbone émis par les combustibles fossiles dont l'échelle de temps est géologique.

En fait, les experts s'entendent maintenant pour dire que la biomasse n'est pas totalement carboneutre, car la récolte, le transport et le conditionnement de la biomasse nécessitent évidemment des combustibles fossiles qui émettent des GES. C'est le cas de toutes les sources d'énergie, mais Greenpeace va plus loin en affirmant que, dans le laps de temps qu'il reste pour stabiliser le réchauffement à un maximum de 2 °C supérieur à la température d'avant la révolution industrielle (trois à dix ans tout au

---

<sup>34</sup> Greenpeace, *De biomasse à... biomascarade - Pourquoi brûler des arbres à des fins énergétiques menace le climat, les forêts et la population*, octobre 2011.

plus), la combustion de biomasse déséquilibre le cycle du carbone atmosphérique en produisant un surplus de GES contribuant au réchauffement climatique.

Troisièmement, Greenpeace remet en question le caractère « propre » de la biomasse énergétique alors qu'elle produit de nombreux contaminants chimiques toxiques lors du procédé de combustion. L'extension de la combustion sur l'ensemble du territoire québécois engendrerait une quantité de pollution non encore évaluée.

En ce qui concerne le premier et le troisième point, nous pensons qu'il serait effectivement important d'analyser les questions soulevées, mais elles ne nous apparaissent pas insolubles ni incompatibles avec un déploiement important de la filière biomasse dans la région.

Le deuxième sujet, celui de la carboneutralité, semble plus problématique, surtout dans le cadre des négociations actuelles pour de nouvelles ententes internationales sur le réchauffement climatique. Les groupes environnementaux feront sûrement de fortes pressions pour remettre en question la carboneutralité de la filière biomasse. Cela pourrait avoir une incidence majeure pour les utilisateurs qui voudraient obtenir des crédits carbone sur les marchés en substituant des combustibles fossiles par de la biomasse.

Cette préoccupation est par ailleurs partagée aussi par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs qui, dans son document de consultation sur son plan d'action sur les changements climatiques, mentionne : « *De plus, des études récentes soulèvent plusieurs questions quant aux réductions des émissions de gaz à effet de serre obtenues par la mise en œuvre de certains projets d'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie. Cette question et bien d'autres sont au cœur de notre réflexion*<sup>35</sup> ».

Ces interrogations sur cette question de la carboneutralité ont poussé l'auteur de ce rapport à réaliser un simulateur simplifié afin de vérifier certaines assertions. Les résultats préliminaires ont effectivement indiqué que, dans certaines situations particulières, les émissions de GES peuvent être très importantes, comparables au charbon, si l'on prélève une quantité trop grande de biomasse sur une relativement courte période. On retrouve une telle situation en Colombie-Britannique, par exemple, avec la gestion forestière des forêts affectées par le dendroctone du pin ponderosa. Sur ce point, il semble que Greenpeace ait raison.

Mais le même outil nous a aussi permis de constater qu'avec une gestion forestière appropriée, la récolte de la biomasse forestière résiduelle réalisée simultanément avec celle des bois ronds pour la production d'énergie dans les forêts québécoises n'aurait pas d'impacts sur les changements climatiques, et ce, même en intégrant les émissions relatives à la récolte de la ressource.

Évidemment, cet outil n'est pas suffisamment élaboré, mais il fournit une approximation suffisante pour en déduire que la biomasse combustible pourrait être défendable dans le cadre de la lutte aux changements climatiques, mais que sa récolte ne pourra légitimement être effectuée avec des *a priori* ou avec la règle du pouce pour se prévaloir des crédits de carbone.

---

<sup>35</sup> Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, *Vision et enjeux du plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*, Document de consultation, février 2012, page 10.

Malgré leur utilité indéniable, il faut aller plus loin que les analyses de cycles de vie qui sont couramment utilisées pour obtenir certaines informations de nature environnementale. Ces analyses sont trop statiques et trop pointues pour une gestion de l'ensemble d'une ressource. Il faut alors faire appel à des outils plus sophistiqués comme ceux de la dynamique des systèmes. L'outil le plus approprié devrait être un simulateur informatique dans lequel différentes composantes d'un système complexe sont mises en relation entre elles par des équations mathématiques.

Une telle démarche pourrait indiquer les méthodes de récolte les plus optimales sur les plans de la protection des sols, des émissions de GES et de l'énergie. Par exemple, il est probable qu'une récolte à des fins énergétiques, basée sur les façons de faire des récoltes forestières traditionnelles, pourrait se révéler être une très bonne pratique : récolter les tiges (bois rond) en laissant les branches sur le parterre de coupe aurait l'avantage d'avancer en terrain connu, sans requérir de nouveaux équipements ou presque, en laissant les parties les plus riches en minéraux sur place (les branches), tout en n'émettant pas plus de GES. Pour l'instant, une telle approche est non orthodoxe, tant pour le milieu forestier que pour les groupes environnementaux comme Greenpeace. Mais, alors que la demande pour le bois régional dans les secteurs de la construction et du papier n'est plus ce qu'elle était et dans le contexte d'une crise énergétique dans laquelle nous nous engageons, cette solution, surprenante aujourd'hui, pourrait constituer une voie intéressante pour l'industrie forestière.

## 5.2 Développement durable

Le concept de développement durable a servi de cadre et de motivation à un grand nombre de changements économiques et sociaux ces dernières années. Pour en saisir le sens rapidement, ce concept a été présenté par un schéma où l'on voit trois sphères (l'économie, le social et l'environnement) se recouper. Mais cette schématisation du développement durable, bien qu'ayant une forte valeur pédagogique, crée néanmoins une certaine confusion et génère des malentendus fréquents, à la défaveur des causes régionales ou locales.

Des groupes environnementaux (mais aussi des entreprises privées) ont justifié certaines de leurs prises de position au nom de ce modèle très équivoque. Par exemple, il arrive qu'au nom de l'environnement, assimilé alors au développement durable, des environmentalistes s'attaquent à une industrie qui peine déjà à mettre en valeur une ressource renouvelable, sans discernement sur les perspectives de développement durable réelles qu'elle représente sur le plan des retombées socio-économiques pour les régions et le monde rural. C'est précisément le cas de la biomasse combustible.

Il est nécessaire de se doter d'une façon différente, plus juste, de représenter le développement durable en incluant notamment le territoire, élément central et trop souvent négligé d'un développement durable.

Un des avantages de la représentation du développement durable proposée en annexe, c'est qu'elle va au-delà des trois pôles habituels du développement durable que sont l'environnement, l'économie et le social, pour en introduire deux autres, dont le territoire. Le territoire y est vu non pas comme un simple substrat, sans exigences propres, mais comme ayant des enjeux à considérer pour eux-mêmes, aptes à façonner à long terme le développement.

Puis, loin de dénaturer ou diluer le concept de développement durable, cette représentation développée par le Groupe de recherches écologiques de La Baie (GREB) puise aux sources mêmes des penseurs qui l'ont créé. Grâce à des contours moins flous et une cohérence plus grande, cette schématisation peut s'incarner concrètement et servir d'outil à des décideurs. Elle a prouvé son bien-fondé dans des diagnostics de développement durable appliqués à des organisations publiques ou privées, grâce au développement qu'en a fait le *Centre québécois de développement durable (CQDD)*<sup>36</sup>.

Cette représentation du développement durable, développée sous la forme de lignes directrices au sein de chacun des pôles, fait ressortir la question énergétique à travers des notions comme le rendement énergétique, la balance commerciale locale ou la sécurité civile. Elle met aussi en relief les enjeux de stabilité des approvisionnements énergétiques, notamment pour les besoins de base comme le chauffage.

Les décideurs ont aujourd'hui à évaluer des situations passablement complexes. Il est nécessaire que les représentations évoluent afin de servir d'appui à une vision des choses plus cohérente et intégratrice.

---

<sup>36</sup> Questionnaire de diagnostic organisationnel orienté vers le développement durable développé par le Centre québécois de développement durable (CQDD), inspiré de la représentation du développement durable exposée en annexe : [www.cqdd.qc.ca/upload/editeur/file/publication/publication17.pdf](http://www.cqdd.qc.ca/upload/editeur/file/publication/publication17.pdf)

## 6. SYNTHÈSE DE L'ENSEMBLE DES SOURCES POTENTIELLES D'APPROVISIONNEMENT

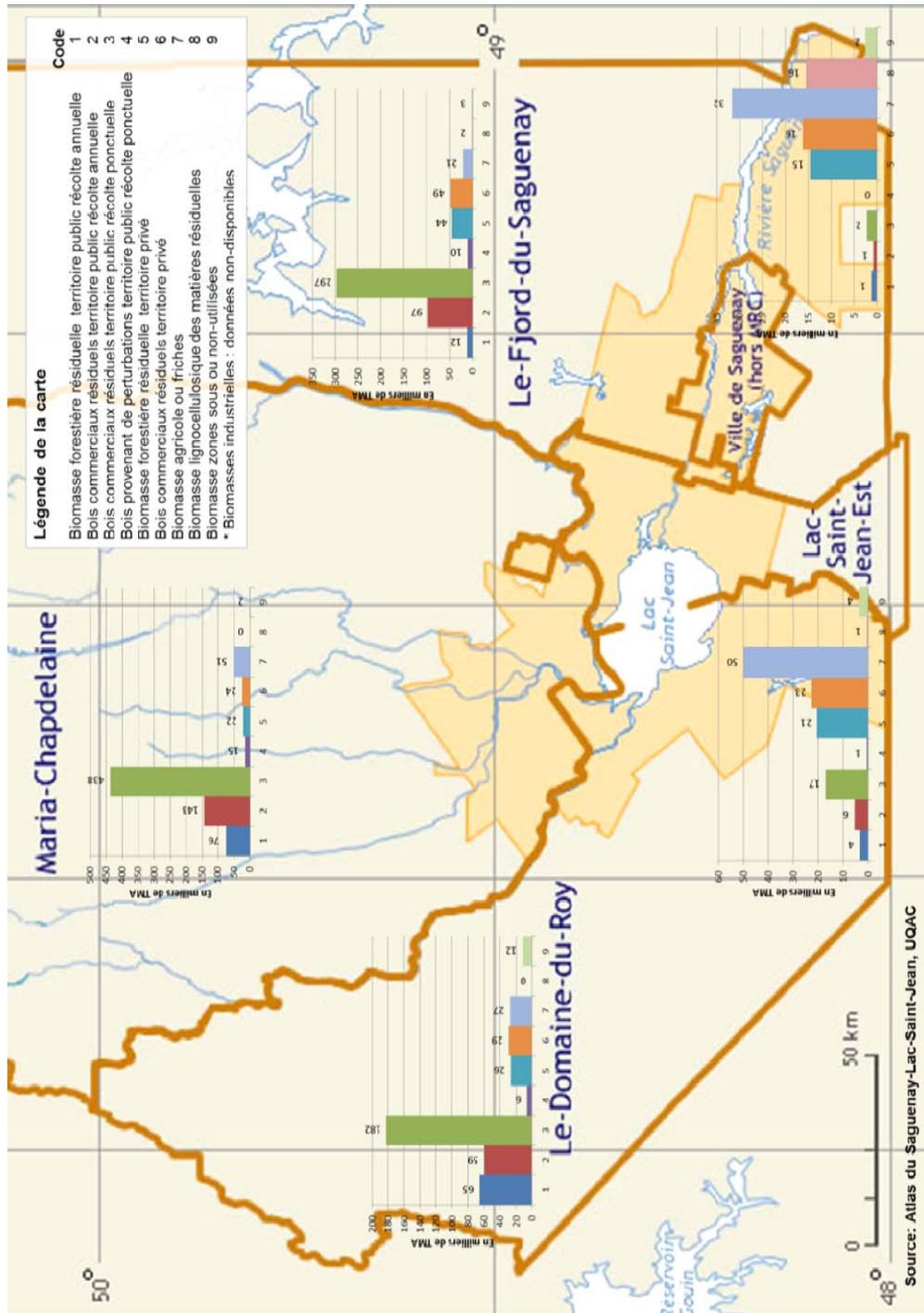
Tableau 33 : Tableau synthèse de l'ensemble des sources potentielles d'approvisionnement

Note : Pour plus de détails, voir dans les sections correspondantes du rapport.

Provenance					Quantité (TMA)	Énergie (GWh <sub>th</sub> ) <sup>1</sup>	Coût (\$/TMA)
Type de biomasse	Propriété	Période	Spécificités				
Biomasse forestière	Public	Annuelle	Résiduelle	Solde UA	141 942 <sup>2</sup>	777	90-115
Biomasse forestière	Public	Annuelle	Résiduelle	TPI	16 061	88	90-100
Biomasse forestière	Public	Annuelle	Bois non commerciaux	UA	ND	ND	ND
Biomasse forestière	Public	Annuelle	Bois non commerciaux	TPI	ND	ND	ND
Biomasse forestière	Public	Annuelle	Bois commerciaux	UA	306 122	1 677	80-170
Biomasse forestière	Public	Ponctuelle	Bois commerciaux	UA	936 319	5 128	115-170
Biomasse forestière	Public	Ponctuelle	Bois commerciaux	TPI	ND	ND	115-170
Biomasse forestière	Public	Ponctuelle	Perturbations <sup>3</sup>	UA	32 395 <sup>4</sup>	177	115-170
Biomasse forestière	Privé	Annuelle	Résiduelle	---	127 565	699	+ de 115
Biomasse forestière	Privé	Annuelle	Bois commerciaux	---	141 191	773	75-170
Biomasse forestière	Privé	Annuelle	Bois non commerciaux	---	ND	ND	ND
Biomasse industrielle	Privé	Annuelle	Écorces	---	ND	ND	2-20 <sup>5</sup>
Biomasse industrielle	Privé	Annuelle	Sciures et planures	---	ND	ND	50 <sup>5</sup>
Biomasse industrielle	Privé	Annuelle	Copeaux	---	ND	ND	130 <sup>5</sup>
Biomasse agricole	Privé	Annuelle	---	Friches	43 855 à 181 177	228 à 942	~100
Biomasse matières résiduelles	Public	Annuelle	---	PGMR	19 000	105	ND
Biomasse matières résiduelles	Privé	Annuelle	---	Émondage lignes de distribution électrique	418	2,3	~100
Biomasse matières résiduelles	Privé ou public	Ponctuelle	---	Écorces enfouies <sup>6</sup>	4 M	22 043	ND
Biomasse des zones sous ou pas utilisées	Privé	Annuelle	---	Lignes de transport électrique	23 000	120	~100
Biomasse des zones sous ou pas utilisées	Public ou privé	Annuelle	---	Routes et autoroutes <sup>7</sup>	ND	ND	~100

<sup>1</sup> Énergie brute à 100 % d'efficacité • <sup>2</sup> Ne tient pas compte des quantités attribuées mais non récoltées • <sup>3</sup> Grandes variétés d'une année à l'autre • <sup>4</sup> Ne tient pas compte des volumes affectés par les insectes • <sup>5</sup> n'inclut pas le transport • <sup>6</sup> Une seule fois, non renouvelable. • <sup>7</sup> Fort probablement marginal.

Figure 6 : Carte résumant les zones de potentiel de la biomasse



## 7. CONCLUSION

Le potentiel de toutes les sources de biomasses lignocellulosiques énergétiques au Saguenay–Lac-Saint-Jean est très important. La région disposerait de près de 2 millions de tonnes métriques anhydres de biomasse renouvelable qui, si elle était convertie en énergie brute<sup>37</sup>, représenteraient un potentiel de 11 TWh thermique par année. À titre de comparaison, le complexe hydroélectrique de la Romaine devrait produire 8 TWh électrique chaque année.

Les coûts reliés à la récolte de cette énergie sont très variables. Ils dépendent grandement du type de biomasse et de la distance entre le lieu de récolte et celui de la transformation. L'optimisation de la ressource forestière pourrait être obtenue par un système de classement dans lequel les plus belles tiges sont réservées pour le sciage et le bois de qualité inférieure (comme le sapin baumier, par exemple) destiné à des usages moins critiques, comme la production d'énergie. La qualité dite inférieure serait alors définie du point de vue des caractéristiques structurales du bois. La récolte pourrait être plus efficiente si l'industrie disposait d'un débouché pour le bois de moindre qualité.

Les installations de chauffage à la biomasse sont actuellement rentables par rapport aux sources d'énergie concurrentes<sup>38</sup>, mais la production d'électricité seule ne l'est pas (à moins d'obtenir des tarifs avantageux dans le cadre d'appels d'offres). Il s'avère aussi que la production d'électricité est deux à trois fois moins efficace énergétiquement que le chauffage direct.

La transformation de la biomasse en différents carburants (huile pyrolytique, éthanol, diesel...) se heurte pour l'instant à des problèmes d'efficacité de conversion et de rentabilité<sup>39</sup>. Cette dernière piste mérite néanmoins un suivi technologique, mais il est encore trop tôt pour en mesurer les impacts.

La substitution du chauffage à partir de combustibles fossiles par de la biomasse demeure, pour l'instant, la meilleure option sur tous les plans. De même, des unités de chauffage à la biomasse dans les nouvelles constructions, comportant évidemment un maximum de bois, aideraient grandement l'industrie forestière régionale. Quant au bois-bûche, dont on fait souvent peu de cas, son rendement énergétique est le plus favorable de toutes les formes de biomasse, pouvant atteindre des ratios très élevés<sup>40</sup>. Son intérêt en matière de sécurité civile, en ce qui a trait au chauffage des bâtiments résidentiels, est grand.

---

<sup>37</sup> À 100 % d'efficacité de conversion.

<sup>38</sup> FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DES COOPÉRATIVES FORESTIÈRES (FQCF), *Les chaufferies à la biomasse forestière : un choix éclairé*, septembre 2010.

<sup>39</sup> Voir à cet effet les fiches synthèses sur les filières énergétiques du *Groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie* : <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/developpement-regional-et-rural/ruralite/groupe-de-travail/milieu-rural-comme-producteur-denergie/fiches-syntheses/>

<sup>40</sup> Une étude pratique menée par le GREB montre un ratio énergétique pouvant aller jusqu'à 1 sur 117, alors que la plupart des sources d'énergie se situent sous la barre des 1 sur 20, excepté pour quelques sources comme l'hydroélectricité (le ratio énergétique est la quantité d'énergie qu'il faut investir pour en produire une autre).

L'énergie de la biomasse est, à notre avis, une option essentielle pour maximiser les retombées socio-économiques dans la région. De plus, son utilisation favorise la résilience<sup>41</sup> des milieux ruraux.

D'un point de vue environnemental, la récolte de biomasse en forêt, de même qu'en milieu agricole, peut produire des impacts importants sur le plan de la fertilité des sols, mais aussi en ce qui a trait aux émissions de GES.

La carboneutralité de la biomasse n'est pas acquise dans tous les cas et s'appuyer sur des *a priori* ne suffit pas pour prendre des décisions éclairées dans ce domaine. La nécessité de développer des outils d'aide à la décision sur les impacts environnementaux, notamment des émissions de GES, et d'élaborer des politiques d'attribution et de récolte de biomasse énergétique est essentielle, surtout dans le contexte des négociations internationales sur les changements climatiques.

Les changements qu'apportera le nouveau régime forestier en 2013 engendreront de profonds changements dans les pratiques actuelles. Pour le secteur de la biomasse énergétique, l'ouverture à une foresterie de proximité et la mise à l'enchère de 25 % des attributions de bois provenant de la forêt publique pourraient faire « lever » une nouvelle industrie forestière basée sur la bioénergie, ce que ne permettait pas ou difficilement le régime actuel.

Cet espoir pour le monde forestier reste à se concrétiser, car nous ne savons pas comment tout cela s'intégrera. La relance de l'industrie forestière ne pourra se passer d'une forte volonté politique appuyée sur une approche de développement durable mettant de l'avant la notion de territoire. C'est à travers le territoire que les milieux ruraux et les régions dites ressources survivent et se développent.

L'approche multiressources et multiproduits, pas seulement concernant le bois d'œuvre et les pâtes et papiers, mais intégrant aussi la production énergétique, apparaît comme un nouvel axe en foresterie. La région, et le Québec dans son ensemble, auront besoin de nouveaux outils d'évaluation pour optimiser les retombées de la ressource forestière.

---

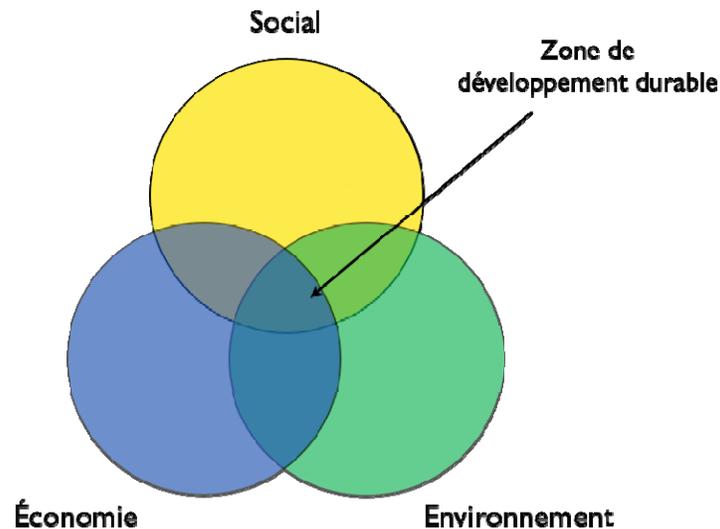
<sup>41</sup> Une définition pourrait être la suivante: « La capacité d'un système à absorber un changement perturbant et à se réorganiser en intégrant ce changement, tout en conservant essentiellement la même fonction, la même structure, la même identité et les mêmes capacités de réaction » (Dr Brian WALKER, Program Director and Chair of the Board of the Resilience Alliance, [www.resalliance.org](http://www.resalliance.org)).

## ANNEXE

### Une représentation du développement durable plus juste et plus fidèle

Le développement durable est encore parfois assimilé à l'environnement. Mais ce concept, popularisé par le rapport Brundtland et élaboré quelques années auparavant par des chercheurs, a un sens beaucoup plus large. Il est défini comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs<sup>42</sup> ».

Pour exprimer la perspective large de cette approche, Jacob et Sadler<sup>43</sup>, deux chercheurs canadiens, ont proposé une représentation très schématique, celle des trois sphères. Ils voulaient traduire d'une manière simple et claire l'idée de la convergence des buts économiques, sociaux et environnementaux dans la prise de décision.



Les trois sphères, en raison notamment de leur simplicité, sont devenues emblématiques du développement durable. Bien qu'étant un concept assez complexe, le développement durable a pu être universellement admis et a été intégré dans la plupart des organisations, entreprises et instances gouvernementales.

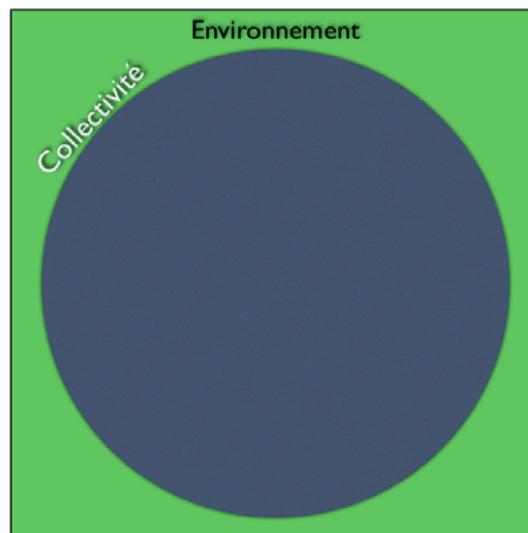
<sup>42</sup> Gro Harlem Brundtland, *Notre avenir à tous*, Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, de l'ONU, Éditions du Fleuve, Publications du Québec, 1988.

<sup>43</sup> SADLER, Barry et Peter JACOBS, *Définir les rapports entre l'évaluation environnementale et le développement durable : la clé de l'avenir*. In *Développement durable et évaluation environnementale : perspectives de planification d'un avenir commun*. Gouvernement du Canada, 1990, Ottawa, p. 38-69.

Cela dit, certains chercheurs<sup>44</sup> considèrent que la représentation schématique d'un développement durable reposant sur trois pôles « égaux » en équilibre, peut entraîner une certaine confusion lorsqu'elle est utilisée à certaines fins, comme pour saisir la réalité d'une collectivité. L'environnement, au sein de cette représentation, est présenté à tort comme l'équivalent des notions de social et d'économie. Or, l'environnement est plutôt une *condition* du développement<sup>45</sup>, qui devrait se placer sur un plan distinct de l'économie, qui est un *moyen*, et du social, qui est à la fois un *moyen et un but*.

L'environnement est un peu comme une patinoire de hockey qui encadre et soutient le jeu. Les joueurs y évoluent, mais sa dimension est finie. De la même manière, notre développement se déploie à l'intérieur d'un univers aux ressources limitées : la Terre et ses écosystèmes. Plus que jamais, les analyses doivent introduire le fait que les ressources (minérales, fossiles et même renouvelables) ne pourront plus forcément approvisionner les systèmes à la mesure de leur croissance. Il devient donc nécessaire qu'une représentation reflète cette réalité.

Dans le schéma suivant, l'environnement est représenté par un carré, la patinoire. La collectivité, représentée par un cercle, est englobée dans l'environnement. Ainsi, la notion de limites y est explicitement affirmée.



<sup>44</sup> « Un énorme malentendu s'est développé autour de la notion de développement durable. Le fameux schéma que l'on voit partout et qui est censé symboliser l'équilibre magique entre l'environnemental, le sociétal et l'économique est trompeur, car chacun peut s'imaginer – d'ailleurs souvent légitimement – qu'il réalise le meilleur équilibre possible entre ces trois pôles. Le problème c'est que ce schéma ne signifie absolument rien aussi longtemps qu'on ne le met pas en relation avec les ressources qui sont à la disposition de la société ». BARRÈRE, Bertrand, *Pas de développement durable sans urbanisme durable*, Urbanité, automne 2009, p. 12, <[www.ouq.qc.ca/documents/Urbanite\\_Automne2009.pdf](http://www.ouq.qc.ca/documents/Urbanite_Automne2009.pdf)>.

<sup>45</sup> GENDRON, Corinne et Jean-Pierre REVERET, *Le développement durable*, Université du Québec à Montréal (UQAM), In *Économie et Sociétés*, Série F, n ° 37, « Développement » -I, 912000, p. 111-124.

Cela dit, la notion de limite, dans le cas des écosystèmes, n'est pas statique, mais dynamique : l'environnement est un système écologique à l'intérieur duquel interagissent les systèmes humains.

## Cinq dimensions à la durabilité

Ignacy Sachs<sup>46</sup>, un des penseurs de la notion d'écodéveloppement, devenue plus tard le développement durable, propose cinq dimensions à la durabilité : sociale, économique, écologique, spatiale et culturelle.

Ce qui est intéressant avec cette proposition, surtout lorsqu'on aborde le monde rural et les régions, est qu'elle fait ressortir la durabilité spatiale comme un constituant essentiel d'un développement durable, alors qu'elle est généralement escamotée dans l'analyse économique classique (c'est d'ailleurs aussi le cas pour l'état des ressources). Le territoire a toujours été vu comme un simple substrat, sans exigences propres, sans enjeux à considérer pour eux-mêmes.

Il apparaît pourtant que la façon d'aménager, d'occuper et de vivre le territoire n'est pas anodine. Le territoire est modelé par les conditions économiques et sociales, ainsi que par la gestion que nous faisons des ressources. Et, selon la manière dont il aura été aménagé, il façonnera à son tour le développement et cela, à très long terme.

L'intérêt de l'approche de Sachs vient aussi du fait qu'il présente la collectivité comme un ensemble de systèmes interconnectés et qu'il confirme aussi la notion de limites environnementales par rapport aux effets de l'activité humaine.

Le Groupe de recherches écologiques de La Baie (GREB) et le Centre québécois de développement durable (CQDD) ont repris les cinq dimensions élaborées par Sachs pour servir de base à l'élaboration d'une grille d'analyse de développement durable. Quelque peu adaptés, les cinq pôles regroupent les grands systèmes que compte une collectivité :

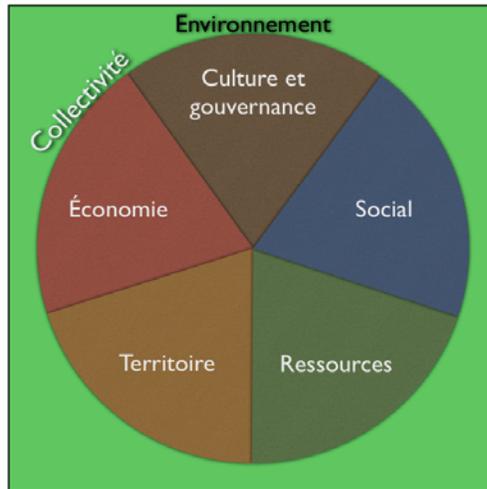
1. Le social : concerne les systèmes sociaux comme l'éducation, la santé ainsi que les modes de vie et les rapports qu'entretiennent entre eux les différents groupes d'individus qui composent la société;
2. L'économie : concerne les systèmes économiques entendus comme l'ensemble des activités d'une collectivité humaine relatives à la production, la distribution et la consommation des richesses (biens et services);
3. Le territoire : concerne la gestion territoriale en ce qui a trait à l'aménagement et la répartition spatiale du milieu bâti et des transports, à la démographie, à l'organisation des territoires en fonction de leur intégration dans les cycles écologiques et au déploiement des activités économiques sur le territoire.
4. La gestion des ressources : concerne non pas l'état de l'environnement lui-même, mais la gestion des ressources renouvelables et non renouvelables et l'impact sur l'environnement qu'elle entraîne.

---

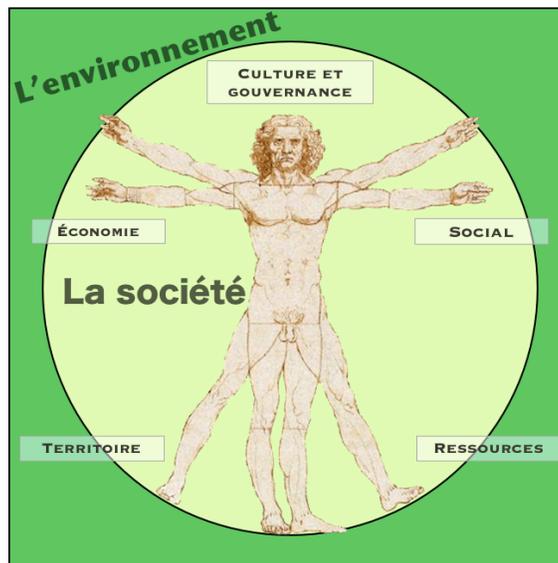
<sup>46</sup> SACHS, Ignacy, *L'écodéveloppement : Stratégies pour le XXI<sup>e</sup> siècle*. Éditions La Découverte et Syros, Paris, 1997, 122 pages.

5. La culture et la gouvernance. La culture concerne les représentations du monde et la façon dont elles conditionnent les rapports que l'individu entretient avec la société et l'environnement. La gouvernance transpose la culture dans des choix collectifs, par l'ensemble des canaux de l'action publique.

Le schéma suivant intègre les cinq pôles à la représentation de l'environnement-patinoire.



Pour prendre une analogie humaine, la silhouette d'un être humain peut se placer au centre du cercle, l'Homme de Vitruve de Léonard de Vinci, par exemple. Le bras droit du développement d'une collectivité sera constitué du pôle économique, le bras gauche du pôle social, puis la tête du pôle de la culture/gouvernance.



Les deux aspects négligés de l'analyse classique, la gestion territoriale et la gestion des ressources, seront traités comme des vases communicants où les considérations de l'un influencent l'autre, en alternance, à l'image de deux jambes qui avancent en portant le développement d'une collectivité.

Grâce à une telle approche, il devient possible de dégager une meilleure compréhension des enjeux d'une collectivité par la découverte des liens et des interactions qui s'établissent entre les différents systèmes qui la composent et la modèlent.