

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie

Rapport final

Préparée pour :
Fédération régionale de l'UPA Mauricie

Version révisée : Août 2009



825, rue Raoul-Jobin
Québec (Québec) G1N 1S6
Téléphone: (418) 780-0158
Télécopieur: (418) 877-6763
info@ecoressources.com
www.ecoressources.com

302-1097, rue St-Alexandre
Montréal (Québec) H2Z 1P8
Téléphone: (514) 787-1724
Télécopieur: (418) 877-6763
info@ecoressources.com
www.ecoressources.com

Personnel impliqué et collaboration

Recherche, analyse et rédaction :

Jérôme-Antoine Brunelle, Agronome et Analyste – Secteur Agroalimentaire

Jean-François Forest, Directeur – Secteur Agroalimentaire

Malaïka Musampa, Assistante de recherche – Secteur Agroalimentaire

Kathleen Vaillancourt, Directrice – Secteur Énergie

Révision linguistique :

Sophie Zussy, Adjointe administrative

SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'utilisation de la biomasse à des fins de production énergétique connaît un véritable essor depuis la dernière décennie. Ceci étant dit, le maintien de cette croissance requiert, au préalable, l'identification des sources de biomasse susceptibles d'être converties en énergie de façon optimale, à un coût concurrentiel et de façon à minimiser les dommages causés à l'environnement. Au Québec, l'agriculture constitue l'une des principales sources de biomasse pouvant être convertie en énergie renouvelable. Cette étude vise donc à fournir aux producteurs agricoles de la Mauricie des éléments d'analyse pertinents quant à leur positionnement stratégique futur sur le marché de la bioénergie et des biocarburants. Avec l'ensemble des informations contenues dans ce rapport, les producteurs agricoles de la Mauricie seront en mesure de prendre des décisions plus éclairées quant au développement des filières agro-énergétiques qui les concernent.

Les données disponibles qui ont permis d'évaluer la production de biomasse en Mauricie sont des données d'inventaire (bétail et cultures) statiques qui ne tiennent pas compte des divers flux pouvant affecter le niveau réel de production dans le temps. Les résultats mis en avant nous permettent surtout d'apprécier les tendances quant à l'évolution de la production et, par le fait même, permettent de relativiser le potentiel réel existant en Mauricie pour la production d'énergie à partir de la biomasse.

L'activité économique de la Mauricie se caractérise par la vitalité de son secteur agricole. Les secteurs laitier et bovin prédominent les productions animales, tandis qu'une panoplie de cultures commerciales y sont produites. Dans le cadre de cette étude, l'estimation de la quantité totale de biomasse disponible sur le territoire de la Mauricie tient compte de la biomasse produite par les filières animales et végétales. Cependant, la biomasse qui présente un véritable intérêt pour le secteur énergétique comprend seulement la fraction biodégradable des produits pouvant servir à la production d'énergie par le biais de bioprocédés, en l'occurrence la combustion, la gazéification, la pyrolyse, la fermentation, la transestérification ou la digestion anaérobiose.

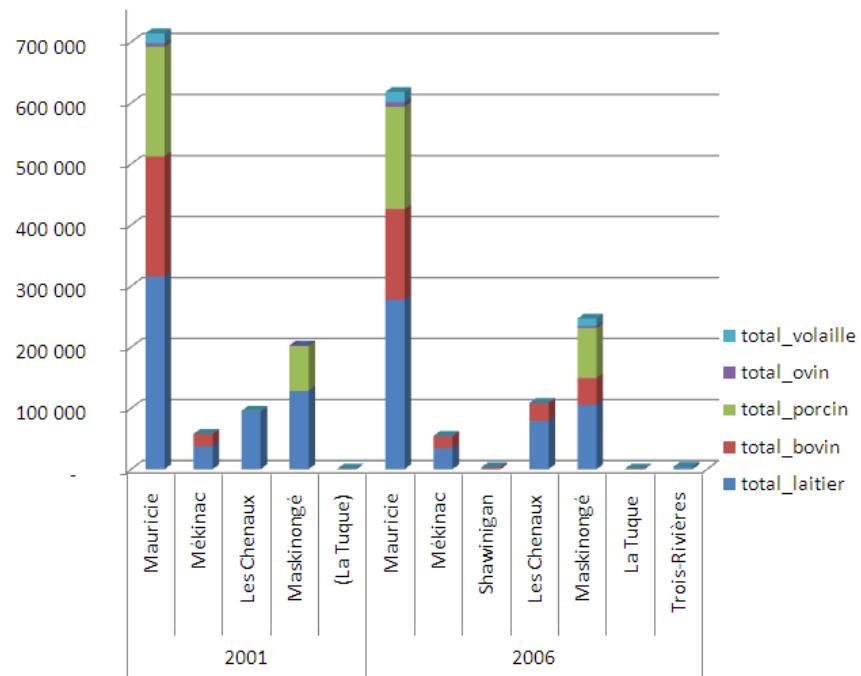
Potentiel de production de biomasse sur les fermes de la Mauricie

En ce qui a trait à la quantité totale de biomasse d'origine animale disponible sur le territoire de la Mauricie, la capacité de production de biomasse a fléchi sur l'ensemble de la région entre 2001 et 2006. En effet, la figure ci-dessous montre qu'entre 2001 et 2006, la quantité de biomasse produite par les élevages de la région a chuté de près de 100 000 tonnes métriques. On observe que la quasi-totalité des catégories de bétail principalement produites en Mauricie ont affiché un recul de leur inventaire et, par le

fait même, de leur production de fumier. D'ailleurs, on note que c'est au niveau des secteurs bovin et porcin que la baisse de production de fumier a été la plus marquée. Ceci peut en partie être attribué aux épisodes d'encéphalite spongiforme bovine et de circovirus qui ont engendré une véritable crise dans ces secteurs, minant ainsi les capacités de production et la pérennité du cheptel.

Par contre, la figure ci-dessous démontre également que la biomasse d'origine animale produite en Mauricie se concentre essentiellement dans la MRC de Maskinongé. De plus, seules deux catégories de bétail ont enregistré une hausse de leur production de fumier entre 2001 et 2006, à savoir les truies et cochettes de reproduction et les génisses et taures de boucherie. Ces éléments établissent donc les tendances quant à l'évolution du potentiel de production de biomasse d'origine animale en Mauricie.

RÉPARTITION PAR MRC DU FUMIER PRODUIT PAR LE CHEPTEL ANIMAL ENTRE 2001 ET 2006
(EN TONNES MÉTRIQUES)



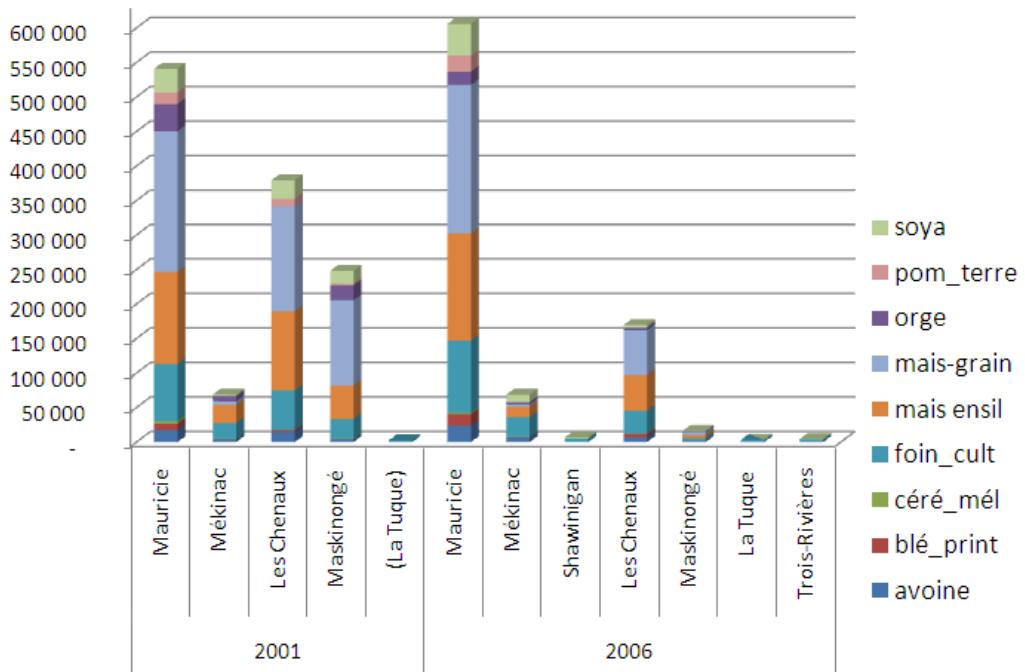
Sur la base des MRC, les résultats sont partiels du fait que certaines données sont de nature confidentielle.

Sources : Statistique Canada et compilations internes.

En ce qui concerne la quantité de la biomasse d'origine végétale produite par le secteur des grandes cultures, neuf des principaux types de culture produite en Mauricie ont été retenus pour cette analyse, soit l'avoine, le blé de printemps, les céréales mélangées, le foin cultivé, le maïs-ensilage, le maïs-grain, l'orge, la pomme de terre et le soya. Pour chaque type de culture identifié, le taux de rendement en grains et l'indice de récolte ont été utilisés pour calculer les rendements en grains et en résidus (paille).

Contrairement à la biomasse d'origine animale, on observe une augmentation du volume de biomasse produit entre 2001 et 2006. En effet, la figure ci-dessous témoigne du fait que la capacité de production de biomasse d'origine végétale a crû de 12 % dans l'ensemble de la région de la Mauricie pour se situer à 605 985 tonnes métriques en 2006. Parmi les cultures considérées, ce sont celles du blé de printemps (+ 80 %), de la pomme de terre (+ 39 %), de l'avoine (+ 39 %) et du soya (+ 34 %) qui ont enregistré les plus fortes augmentations entre 2001 et 2006. Ces variations s'expliquent, d'une part, par une hausse des superficies ensemencées pour l'ensemble de ces cultures et, d'autre part, par une amélioration du rendement pour la pomme de terre et le soya.

RÉPARTITION PAR MRC DE LA QUANTITÉ DE BIOMASSE VÉGÉTALE PRODUITE PAR LES GRANDES CULTURES ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



Sur la base des MRC, les résultats sont partiels du fait que certaines données sont de nature confidentielle.

Sources : Statistique Canada et compilations internes.

En outre, les besoins alimentaires du bétail ont été pris en compte dans l'estimation de la quantité de biomasse effectivement disponible pour les nouveaux débouchés qu'offre le secteur agro-énergétique. Bien que la Mauricie ait connu une nette appréciation de son niveau d'autosuffisance en grains entre 2001 et 2006, ce solde demeure négatif, ce qui diminue fortement le potentiel de production de grains (céréales et oléagineux) pour la production de biocarburants.

La quantité de biomasse pouvant être fournie par le secteur forestier de la Mauricie a également été considérée. En utilisant des facteurs de conversion qui prennent compte de la densité moyenne estimée pour les différentes espèces récoltées, ce volume équivaudrait à environ 15 769 tonnes métriques anhydres (tma) de biomasse. Par contre, la quantité exacte de résidus qui pourront être récoltés de manière à ne pas engendrer de déficiences au niveau de la fertilité du sol ni de problèmes d'érosion, en fonction des caractéristiques pédologiques des forêts privées de la Mauricie, reste à déterminer. Il semble donc nécessaire d'effectuer un inventaire plus poussé de la biomasse forestière résiduelle dans la région avant de pouvoir estimer la quantité réellement disponible pour les filières agro-énergétiques.

Potentiel de production d'énergie à partir de la biomasse agricole en Mauricie

Pour le secteur énergétique, les différentes matières organiques qui constituent la biomasse peuvent être utilisées soit directement (ex : bois de chauffage), suite à une légère transformation (ex : granules de biomasse végétale), ou encore après une méthanisation de la matière organique (biogaz) ou différentes transformations chimiques (biocarburants). Par ailleurs, l'importance à accorder à une source spécifique de biomasse demeure intrinsèquement liée au taux de concentration des bio-composés qu'elle contient, puisque ce sont précisément ces derniers qui constituent l'élément catalyseur du processus de production agro-énergétique.

Les différentes sources de biomasse agricole en Mauricie sont non seulement différentes en raison de leur nature mais également en raison du potentiel qu'elles représentent en termes de production d'énergie. En fait, plusieurs sources de biomasse peuvent être utilisées par plus d'une filière agro-énergétique. En d'autres mots, les possibilités liées à la valorisation des différentes sources de biomasse par le secteur agro-énergétique sont multiples.

En utilisant différents coefficients de conversion obtenus dans la littérature, les quantités de biocarburants et de biogaz qui pourraient potentiellement être produites à partir des types de biomasse disponibles en Mauricie ont été estimées. Les tableaux ci-dessous quantifient le potentiel de production de biocarburants à partir des principales sources de biomasse produites en Mauricie en 2006. Par ailleurs, les résultats de différents scénarios qui verrait 5 %, 10 % et 25 % de la production de cette biomasse être dédiés à la production de biocarburants sont également intégrés dans ces tableaux. Ces scénarios permettent, entre autres, d'envisager un développement progressif des différentes filières.

POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (PREMIÈRE GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE

	Solde de grains en 2006 ²		Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
	Matière Première ¹	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques
Blé	-2 831	-	11 673	4 302 676	584	215 134	1 167	430 268	2 918	1 075 669
Avoine ³	14 284	15 683 832	17 256	6 360 375	863	318 019	1 726	636 037	4 314	1 590 094
Orge	-8 521	-	13 284	5 242 884	664	262 144	1 328	524 288	3 321	1 310 721
Céréales mélangées (grain) ³	-847	-	2 399	884 380	120	44 219	240	88 438	600	221 095
Maïs-grain	-7 698	-	143 428	59 848 699	7 171	2 992 435	14 343	5 984 870	35 857	14 962 175
Pomme de terre	n.a.	-	23 408	1 732 192	1 170	86 610	2 341	173 219	5 852	433 048
Total	-	15 683 832	-	78 371 205	-	3 918 560	-	7 837 121	-	19 592 801

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de grains, incluse dans les données de l'annexe 6.

² Solde de grains disponibles, voir tableau 13.

³ Le calcul de production de biocarburant à partir de ces matières est basé sur la conversion (rendement) du blé.

POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (DEUXIÈME GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE

Matière Première ¹	Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant
Paille de blé	4 844	1 647 081	242	82 354	484	164 708	1 211	411 770
Paille d'avoine	6 643	2 258 769	332	112 938	664	225 877	1 661	564 692
Foins	104 192	32 403 625	5 210	1 620 181	10 419	3 240 362	26 048	8 100 906
Résidus de maïs (ensilage)	51 761	17 598 665	2 588	879 933	5 176	1 759 867	12 940	4 399 666
Résidus de maïs (grain)	71 714	24 382 787	3 586	1 219 139	7 171	2 438 279	17 929	6 095 697
Résidus forestiers	15 769	5 361 460	788	268 073	1 577	536 146	3 942	1 340 365
Total	-	78 290 927	-	3 914 546	-	7 829 093	-	19 572 732

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de résidus calculée avec l'indice de récolte (voir tableau 11).

**POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIODIESEL SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN
MAURICIE**

Matière Première ¹	Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant
Soya	16 258	3 153 962	813	157 698	1 626	315 396	4 064	788 491
Canola²	225	83 475	11	4 174	23	8 348	56	20 869
Graisses recyclées (animale et végétale)								n.d.
Total		3 237 437		161 872		323 744		809 359

n.d. = données non disponibles

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de grains oléagineux, incluse dans les données des annexes 5 et 6.

² Le calcul de production de biodiesel à partir du canola est basé sur un rendement de 371 litres par tonne métrique de grain. Ce rendement dépend fortement du taux d'huile dans le grain récolté qui peut aller jusqu'à plus de 40 %.

Les quantités de biogaz qui pourraient potentiellement être produites à partir de l'ensemble des différentes sources de biomasse animale et végétale disponibles en Mauricie ont été estimées. Ce potentiel a, par la suite, été enrichi à l'aide d'hypothèses qui nous permettent d'évaluer le potentiel de production d'énergie à partir du biogaz généré. Il est important de mentionner que la quantité réelle d'énergie ou d'électricité produite peut varier en fonction de la technologie utilisée (puissance installée, efficacité, facteur d'utilisation, etc.).

Le tableau ci-dessous présente donc les résultats de différents scénarios qui verraient 25 %, 50 % et 75 % de la production potentielle de biogaz être dédiés à la production d'énergie. Ces scénarios permettent en fait d'observer le potentiel pour chacune des différentes sources de biomasse disponibles. Notamment, la biomasse d'origine animale, ainsi que les résidus agricoles et forestiers de la Mauricie, présentent un potentiel relativement intéressant sur le plan énergétique. Par contre, la majeure partie de ces matières est utilisée à des fins de fertilisation à la ferme. Ainsi, le développement de la production de biogaz à partir de fumier et de résidus provenant de plusieurs exploitations requiert, entre autres, la prise en considération des frais qui devront être engagés pour le transport des matières premières et des effluents résiduels (fumiers digérés).

L'édification éventuelle d'unités de production de biocarburants et de biogaz en Mauricie requiert une évaluation plus approfondie de l'intérêt et de la volonté des producteurs agricoles de la région face à la possibilité d'approvisionner ces nouvelles filières industrielles. Avant que les infrastructures puissent être construites, certaines questions liées à la logistique de la chaîne d'approvisionnement des matières premières (récolte, entreposage et transport) doivent être abordées. Les aspects techniques et financiers des différents maillons d'une telle chaîne d'approvisionnement doivent être documentés davantage, à savoir comment les producteurs de la Mauricie seront en mesure d'assurer un approvisionnement constant à moindre coût, tout en faisant preuve de flexibilité en cas d'imprévus. La mise en commun (*pooling*) de la biomasse produite par les producteurs agricoles de la région peut également être étudiée. Des partenariats qui permettraient de mettre en commun la biomasse produite par le secteur agricole et celle provenant de compagnies de transformation d'aliments ou celle des municipalités (déchets organiques domestiques), constituent également une autre possibilité de développement. Aussi, l'intégration des graisses animales (déchets d'abattoir) et des animaux morts à la filière du biogaz suscite un certain intérêt, bien que cela complexe sur le plan technique.

POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ ET D'ÉNERGIE SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS

	Production de biogaz	Production brute d'énergie		Production nette d'énergie (électricité)	25 %	50 %	75 %
		GJ¹					
Matière Première	m³	GJ¹	kWh²	kWh³	kWh³	kWh³	kWh³
Fumier de bovins laitiers	3 618 511 – 8 907 104	± 121 749	± 31 857 649	± 6 763 832	1 690 958	3 381 916	5 072 874
Fumier de bovins de boucherie	1 923 974 – 4 735 936	± 63 536	± 16 625 133	± 3 529 752	882 438	1 764 876	2 647 314
Fumier et lisier porcin	2 683 008 – 3 856 824	± 68 276	± 17 865 513	± 3 793 103	948 276	1 896 551	2 844 827
Fumier de volailles	1 415 925	27 526	7 202 527	1 529 199	382 300	764 600	1 146 899
Maïs ensilage	30 590 554	550 630 – 825 945	144 081 509 – 216 122 264	30 590 554 – 45 885 831	± 9 559 548	± 19 119 096	± 28 678 644
Paille de blé	1 656 648	29 820 – 44 729	7 802 812 – 11 704 218	1 656 648 – 2 484 972	± 517 703	± 1 035 405	± 1 553 108
Paille d'avoine	2 271 906	40 894 – 61 341	10 700 677 – 16 051 016	2 271 906 – 3 407 859	± 709 971	± 1 419 941	± 2 129 912
Foins	15 107 840	271 941 – 407 912	71 157 926 – 106 736 890	15 107 840 – 22 661 760	± 4 721 200	± 9 442 400	± 14 163 600
Résidus de maïs (grain)	21 585 914	388 546 – 582 820	101 669 655 – 152 504 482	21 585 914 – 32 378 871	± 6 745 598	± 13 491 196	± 20 236 794
Résidus forestiers	4 399 551	79 192 – 118 788	20 721 885 – 31 082 828	4 399 551 – 6 599 327	± 1 374 860	± 2 749 720	± 4 124 579
Total		± 1 982 365	± 518 718 904	± 110 131 402	± 27 532 851	± 55 065 701	± 82 598 552

¹ PCI de 36 MJ/m³ de méthane ; 1 GJ = 1 MJ/1000

² PCI de 9,42 kWh/m³ de méthane

³ Facteur de production d'électricité utilisé : 2 kWh/m³ de méthane

Les stratégies à adopter par les producteurs agricoles de la Mauricie, afin qu'ils puissent tirer le plus d'avantages possibles du développement des filières agro-énergétiques, restent à définir. De manière globale, les structures qui permettront une meilleure valorisation de la biomasse agricole et forestière doivent être d'abord définies. En mobilisant les ressources dont il dispose, le milieu agricole devrait arriver à élaborer des stratégies adaptées à la réalité locale, de manière à ce que le plein potentiel agro-énergétique de la biomasse disponible puisse être exploité de manière durable.

Table des matières

SOMMAIRE EXÉCUTIF	I
CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
INTRODUCTION	3
1. CHAPITRE 1 : LA PRODUCTION DE BIOMASSE SUR LES FERMES DE LA MAURICIE	4
1.1. Portrait du secteur agricole en Mauricie	4
1.1.1. <i>Faits saillants</i>	4
1.1.2. <i>Profil des exploitants</i>	9
1.1.3. <i>Profil des exploitations</i>	11
1.2. Résultats : évaluation du potentiel de production de biomasse en Mauricie	15
1.2.1. <i>Méthodologie</i>	15
1.2.1.1. <i>Biomasse d'origine animale</i>	22
1.2.1.2. <i>Biomasse d'origine végétale</i>	27
2. CHAPITRE 2 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIE À PARTIR DE LA BIOMASSE AGRICOLE EN MAURICIE	31
2.1. Caractéristiques essentielles des bio-composés issus de la biomasse	31
2.1.1. <i>Le Méthane</i>	32
2.1.2. <i>Les graisses et huiles animales</i>	34
2.1.3. <i>Les sucres</i>	35
2.1.4. <i>Les acides gras</i>	35
2.1.5. <i>Les composés ligneux</i>	36
2.2. Bioprocédés et technologies pour la valorisation de la biomasse agricole	37
2.2.1. <i>Production de biocarburants</i>	37
2.2.1.1. <i>Éthanol</i>	38
2.2.1.2. <i>Biodiesel</i>	46
2.2.1.3. <i>Méthodologie pour le calcul des volumes potentiels de biocarburants</i>	49
2.2.2. <i>Production de biogaz</i>	51
2.2.2.1. <i>Technologies disponibles et matières premières utilisées</i>	52
2.2.2.2. <i>Méthodologie pour le calcul des volumes potentiels de biogaz générés et captés</i>	55
2.2.2.3. <i>Méthodologie pour l'estimation du potentiel énergétique et électrique</i>	57
2.3. Résultats – potentiel de production de biocarburants et de biogaz à partir de la biomasse en Mauricie	58
2.3.1. <i>Potentiel de production de biocarburants en Mauricie</i>	59
2.3.2. <i>Potentiel de production de biogaz en Mauricie</i>	64
3. CHAPITRE 3 : PERSPECTIVES D'AVENIR POUR LA PRODUCTION AGRO-ÉNERGÉTIQUE EN MAURICIE	69
3.1. Considérations politiques et économiques générales	69
3.2. Filière de l'éthanol	70
3.3. Filière du biodiesel	70
3.4. Biocarburants de deuxième et troisième générations	73
3.5. Filière du biogaz	75
3.6. Autres filières	79
CONCLUSION	81
BIBLIOGRAPHIE	82
ANNEXE 1 : DÉCOUPAGES GÉOGRAPHIQUES UTILISÉS POUR FIN D'ANALYSE	87
ANNEXE 2 : PRODUCTION DE LA BIOMASSE EN MAURICIE RÉPARTIE PAR MUNICIPALITÉS RÉGIONALES DE COMTÉ (MRC)	89

ANNEXE 3 : RÉPARTITION MUNICIPALE DU NOMBRE DE TÊTES PAR SECTEUR D'ÉLEVAGE (ÉLEVAGES MARGINAUX – AUTRES CATÉGORIES DE BÉTAIL) EN 2001 ET EN 2006	99
ANNEXE 4 : RÉPARTITION MUNICIPALE DE LA MASSE DE FUMIER PRODUIT PAR SECTEUR D'ÉLEVAGE EN 2001 ET EN 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)	101
ANNEXE 5 : RÉPARTITION MUNICIPALE DES SUPERFICIES DE CULTURES (CULTURES MARGINALES – AUTRES TYPES DE CULTURES) EN 2001 ET EN 2006 (EN HECTARES).....	103
ANNEXE 6 : RÉPARTITION MUNICIPALE DE LA QUANTITÉ DE BIOMASSE VÉGÉTALE PRODUITE PAR TYPE DE CULTURE EN 2001 ET EN 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)	105

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PRINCIPAUX INDICATEURS SOCIOÉCONOMIQUES EN 2007 ¹	6
TABLEAU 2 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON LE SEXE EN 2006	9
TABLEAU 3 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON L'ÂGE MOYEN EN 2006.....	10
TABLEAU 4 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON LE TRAVAIL NON AGRICOLE RÉMUNÉRÉ EN 2006 ..	10
TABLEAU 5 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEURS REVENUS AGRICOLES BRUTS TOTAUX EN 2006....	11
TABLEAU 6 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEUR SECTEUR DE PRODUCTION (ÉLEVAGE) EN 2006	12
TABLEAU 7 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEUR SECTEUR DE PRODUCTION (CULTURE) EN 2006	13
TABLEAU 8 : RÉPARTITION DES FERMES SELON L'UTILISATION DU FUMIER EN 2004	14
TABLEAU 9 : RÉPARTITION DES FERMES SELON L'UTILISATION DES SUPERFICIES EN 2006	15
TABLEAU 10 : FACTEURS DE CONVERSION ET TAUX DE ROTATION (ÉLEVAGE).....	18
TABLEAU 11 : TAUX DE RENDEMENT ET INDICE DE RÉCOLTE (CULTURE).....	19
TABLEAU 12 : COEFFICIENTS POUR ESTIMER LA CONSOMMATION EN GRAINS	21
TABLEAU 13 : SOLDE DES GRAINS DISPONIBLES EN 2001 ET EN 2006.....	29
TABLEAU 14 : COEFFICIENTS D'ÉMISSION DE MÉTHANE (EN KG CH ₄ /TÊTE/AN) EN 2005	33
TABLEAU 15 : PRODUCTION DE BIOGAZ SELON LES MATIÈRES PREMIÈRES	34
TABLEAU 16 : TYPES DE BIOMASSES POSSIBLES COMME INTRANTS À LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION.....	46
TABLEAU 17 : RENDEMENTS THÉORIQUES EN BIOCARBURANT POUR LA BIOMASSE VÉGÉTALE	50
TABLEAU 18 : SYNTHÈSE DES MATIÈRES PREMIÈRES ÉTUDIÉES, DE LEURS COMPOSÉS D'INTÉRÊT ET DES PRODUCTIONS POTENTIELLES	58
TABLEAU 19 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (PREMIÈRE GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE	61

TABLEAU 20 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (DEUXIÈME GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE	62
TABLEAU 21 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIODIESEL SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE	63
TABLEAU 22 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE ANIMALE EN MAURICIE EN 2006	66
TABLEAU 23 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE EN 2006	67
TABLEAU 24 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS	68
TABLEAU 25 : AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES DES OPTIONS DE VALORISATION DES BOUES D'USINES D'ABATTAGE ET DE DÉCOUPE.....	78

Liste des figures

FIGURE 1 : LA RÉGION DE LA MAURICIE ET SES MRC	5
FIGURE 2 : RÉPARTITION RÉGIONALE DU NOMBRE D'EMPLOIS EN 2007.....	7
FIGURE 3 : RÉPARTITION RÉGIONALE DU PIB AU PRIX DE BASE EN 2006.....	8
FIGURE 4 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE CHEPTEL ANIMAL ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES).....	23
FIGURE 5 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR BOVIN ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES).....	24
FIGURE 6 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR LAITIER ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES).....	25
FIGURE 7 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR PORCIN ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES).....	26
FIGURE 8 : RÉPARTITION PAR DR DE LA QUANTITÉ DE BIOMASSE VÉGÉTALE PRODUITE PAR LES GRANDES CULTURES ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)	28
FIGURE 9 : INTERACTION DES DIFFÉRENTES FILIÈRES DES BIOCARBURANTS.....	38
FIGURE 10 : DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE PREMIÈRE GÉNÉRATION POUR LA PRODUCTION D'ÉTHANOL.....	40
FIGURE 11 : PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES POUR LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION	41
FIGURE 12 : PROCÉDÉ SIMPLIFIÉ DE GAZÉIFICATION	44
FIGURE 13 : FABRICATION DE BIODIESEL À PARTIR DE GRAINS OLÉAGINEUX	47
FIGURE 14 : PROCÉDÉ DE MÉTHANISATION.....	52

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
RAPPORT FINAL

FIGURE 15 : CHAÎNE DE TRAITEMENT POUR LA PRODUCTION DE BIOGAZ ET LE TRAITEMENT DE L'EFFLUENT	54
FIGURE 16 : QUANTITÉS DE BIOGAZ PRODUIT EN M ³ PAR TONNE DE MATIÈRE PREMIÈRE	56

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'utilisation de la biomasse à des fins de production énergétique connaît un véritable essor depuis la dernière décennie. Le regain d'intérêt pour cette source d'énergie renouvelable s'explique par la volonté des pays industrialisés, ou en voie de l'être, de réduire leur dépendance au pétrole dans un contexte où, d'une part, les cours mondiaux s'avèrent particulièrement volatiles et où, d'autre part, l'instabilité politique qui règne au Moyen-Orient, la principale région productrice, pourrait compromettre l'accès à cette ressource.

Afin de promouvoir le développement de cette nouvelle filière, plusieurs pays, notamment l'Allemagne, le Brésil et les États-Unis, ont adopté, depuis déjà 20 ans, des mesures favorisant la recherche et l'implantation de nouvelles technologies permettant la production d'énergie à partir de la biomasse. Au Canada, par contre, le virage vers cette forme d'énergie s'est fait beaucoup plus tardivement, soit au début des années 2000. Toutefois, ce secteur connaît depuis lors une croissance appréciable et relativement rapide (Sine Nomine, 2006).

Ceci étant dit, le maintien de cette croissance requiert, au préalable, l'identification des sources de biomasse susceptibles d'être converties en énergie de façon optimale, à un coût concurrentiel et de façon à minimiser les dommages causés à l'environnement. L'essor du secteur « bioénergétique » s'avère donc intimement lié au développement des secteurs capables de produire des quantités étendues de biomasse, en l'occurrence, les secteurs industriel, forestier et agricole. En raison de son développement futur, le secteur agricole sera ainsi amené à jouer un rôle décisif dans le développement des débouchés qu'offrent les sources d'énergie renouvelables.

Au Canada, tout comme au Québec, l'agriculture constitue l'une des principales sources de biomasse pouvant être convertie en énergie renouvelable (Statistique Canada, 2007). Partant de ce fait, il s'avère crucial de prendre en considération, dès à présent, les pondérables qui sous-tendent le développement de l'agro-énergie, notamment les impacts sur le prix des commodités, les coûts de production, l'environnement et le dynamisme économique des régions. En ce qui concerne les agriculteurs à proprement parler, il semble donc que l'un des enjeux majeurs auquel ces derniers devront faire face au cours des prochaines années sera de réussir à se positionner stratégiquement sur ce nouveau marché.

C'est précisément dans une telle perspective que la fédération régionale de l'Union des producteurs agricoles de la Mauricie (UPA-Mauricie) a octroyé à ÉcoRessources Consultants le mandat d'évaluer le potentiel de production agro-énergétique des entreprises agricoles de la région. Cette étude vise donc à

fournir aux producteurs de la Mauricie des éléments d'analyse pertinents quant à leur positionnement stratégique futur sur le marché de la bioénergie et des biocarburants. Les deux objectifs spécifiques qui ont accompagné ce mandat sont :

- 1) Quantifier et qualifier la production de biomasse sur les fermes de la Mauricie;
- 2) Quantifier et qualifier le potentiel de production énergétique des fermes de la Mauricie.

Le premier chapitre de ce rapport final, qui fut l'objet d'un rapport préliminaire remis en avril 2008, établit de manière globale le potentiel de production de biomasse pour les entreprises agricoles de la Mauricie. Suivant une méthodologie basée sur des données d'inventaire (bétail et cultures) et différents facteurs de conversion, le niveau de production de biomasse par les filières animales et végétales y est évalué. Plus précisément, cette évaluation régionale de la biomasse agricole considère les quantités de fumier (fèces et purin) sous format solide et liquide, produites par les différents secteurs d'élevage, ainsi que le niveau de production pour les différentes cultures commerciales (incluant le foin) en Mauricie.

Le deuxième chapitre de ce rapport constitue le volet final de l'étude. Il met en perspective les niveaux de production de biomasse inventoriés dans le premier volet et répond alors au deuxième objectif fixé. À cette fin, la méthodologie retenue pour déterminer le potentiel de production d'énergie que représentent les quantités de biomasse disponibles en Mauricie y est d'abord présentée. Ensuite, les résultats obtenus sont détaillés.

Finalement, un troisième chapitre présente les perspectives d'avenir pour le développement de projets agro-énergétique en Mauricie. Avec l'ensemble des informations contenues dans ce rapport, nous sommes convaincus que les producteurs agricoles de la Mauricie sauront prendre des décisions plus éclairées quant au développement de cette nouvelle filière de manière à ce qu'elle soit viable à long terme.

INTRODUCTION

Un certain nombre de facteurs clés contribuent au développement continu de la production d'énergie à partir de matières qui proviennent du milieu agricole, notamment la production de biocarburants. Les principaux sont les suivants :

- 1) La disponibilité de céréales à prix avantageux au début des années 2000;
- 2) La flambée des prix du pétrole et des coûts d'énergie;
- 3) La quête de certains États pour une plus grande indépendance sur le plan énergétique;
- 4) La mise en place de programmes et de politiques gouvernementales favorisant l'atteinte de cibles précises quant à l'utilisation de biocarburants (éthanol ou biodiesel) dans les carburants pétroliers traditionnels;
- 5) Le remplacement graduel de certains additifs dans l'essence mélangée par des biocarburants qui s'avèrent moins polluants;
- 6) La volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre par le biais de ce type de carburants.

De manière générale, les biocarburants regroupent tout combustible produit à partir de végétaux, de plantes cultivées, de sous-produits et de déchets organiques. Bien que l'un des premiers modèles de voiture, la Ford T, pouvait fonctionner à l'éthanol sous sa forme pure et que Rudolf Diesel démontre le fonctionnement du premier moteur diesel à l'Exposition universelle de 1900 en utilisant de l'huile d'arachide, l'industrie des biocarburants est un secteur industriel relativement jeune. Bien qu'ils suscitent beaucoup d'intérêt à l'heure actuelle, les biocarburants ne représentent qu'une infime partie dans la production et la consommation mondiale d'énergie, et font l'objet de très peu d'échanges commerciaux.

Pour l'instant, la réalité est que les biocarburants ne réussissent pas à concurrencer les produits pétroliers en tant que substituts économiquement avantageux sur les marchés des carburants et de l'énergie. Néanmoins, cette situation est en constante évolution. Par ailleurs, la production d'énergie par le secteur agricole, ou la filière de « l'agro-énergie », est de plus en plus perçue comme étant bénéfique sur le plan environnemental. Ainsi, la production de biocarburants est sujette à l'allocation d'aides gouvernementales considérables dans plusieurs pays sous prétexte d'indépendance énergétique et de bénéfices environnementaux. Ceci dit, ce mandat établit de solides bases sur lesquelles pourra mieux s'organiser le développement de cette nouvelle filière à l'aide des ressources en place et des débouchés futurs.

1. CHAPITRE 1 : LA PRODUCTION DE BIOMASSE SUR LES FERMES DE LA MAURICIE

Cette première partie cherche à quantifier et qualifier la production de biomasse sur les fermes de la Mauricie. Elle comprend, dans un premier temps, un portrait général de la Mauricie et du secteur agricole de la région. Dans un deuxième temps, la méthodologie retenue pour estimer le potentiel de production de biomasse agricole par les fermes de la Mauricie, ainsi que les résultats obtenus sont exposés. Au deuxième chapitre du présent rapport, le potentiel de production d'énergie à partir des différentes sources de biomasse identifié ici-bas pourra être justement apprécié grâce à ces mêmes résultats. Ceci dit, les éléments mis en avant reposent sur des calculs qui demeurent théoriques et propres à un moment précis. En effet, les données disponibles qui ont permis d'évaluer la production de biomasse en Mauricie sont des données d'inventaire (bétail et cultures) statiques qui ne tiennent pas compte des divers flux pouvant affecter le niveau réel de production dans le temps. Bien que ceci constitue la principale faiblesse de notre analyse, les résultats mis en avant nous permettent d'apprécier les tendances quant à l'évolution de la production et, par le fait même, permettent de relativiser le potentiel réel qui existe en Mauricie pour la production d'énergie à partir de la biomasse.

1.1. Portrait du secteur agricole en Mauricie

Cette section vise à brosser un portrait général de la Mauricie. À cette fin, la section 1.1.1 situe dans un premier temps cette région, d'une part en raison de son positionnement géographique et, d'autre part, en raison de la place qu'elle occupe sur le plan économique au sein de la province. Les sections 1.1.2 et 1.1.3 identifient, quant à elles, les principales caractéristiques qui définissent le secteur agricole de la Mauricie en ce qui a trait au profil de ses exploitants et de ses exploitations.

1.1.1. Faits saillants

Localisation géographique

Située au cœur du Québec, la région de la Mauricie partage ses frontières avec sept autres régions administratives : l'Abitibi-Témiscamingue, les Laurentides et Lanaudière à l'ouest, le Centre-du-Québec au sud, la Capitale-Nationale et le Saguenay-Lac-Saint-Jean à l'est et le Nord-du-Québec au nord (voir figure 1 ci-dessous).

FIGURE 1 : LA RÉGION DE LA MAURICIE ET SES MRC



Source : Institut de la statistique du Québec

Pour les fins de la présente analyse, le découpage géographique retenu sera celui utilisé par Statistique Canada lors des deux plus récents recensements canadiens de l'agriculture (années 2001 et 2006). Conformément à ce découpage, le territoire de la Mauricie est segmenté en cinq divisions de recensement (DR) : Mékinac, Shawinigan, Francheville, Maskinongé et la Tuque. À cet égard, l'annexe 1 présente un tableau détaillé (MRC et municipalités) du découpage géographique retenu ainsi que les changements apportés à la répartition municipale des DR entre 2001 et 2006.

À l'annexe 2, l'évolution de la production de biomasse dans la région de la Mauricie est aussi présentée selon le découpage géographique par municipalités régionales de comté (MRC) incluant Les Chenaux, Maskinongé, Mékinac, Shawinigan, Trois-Rivières et La Tuque (anciennement le Haut-Saint-Maurice). En fait, les données furent regroupées par MRC à partir du découpage par divisions de recensement (DR) utilisé par Statistique Canada lors des recensements canadiens de l'agriculture (années 2001 et 2006). À cet égard, l'annexe 1 : présente également un tableau détaillé de ce que constitue le découpage géographique par MRC.

Principaux indicateurs de l'activité économique

Avec près de 35 452 km² de superficie en terre ferme et une population évaluée à près de 261 150 habitants en 2007, la Mauricie fait figure de région relativement peu peuplée comparativement au reste de la province. En effet, elle occupe le douzième rang du classement provincial en ce qui a trait à la densité de sa population estimée à 7,4 habitants par km². Parmi les MRC qui la composent, ce sont celles de Trois-Rivières et de Shawinigan qui affichent la plus forte densité avec respectivement 440,1 et 69,7 habitants par km². Outre l'attraction démographique qui la caractérise, la MRC de Trois-Rivières se démarque également en tant que véritable levier économique au sein de la région. En effet, elle enregistre le revenu personnel disponible par habitant le plus élevé (22 396\$). Toutefois, ce dernier reste inférieur à la moyenne observée à l'échelle provinciale (23 273\$).

TABLEAU 1 : PRINCIPAUX INDICATEURS SOCIOÉCONOMIQUES EN 2007¹

INDICATEUR	UNITÉ	MRC	VALEUR
Densité	hab. / km ²	Les Chenaux	19,7
		Maskinongé	15,1
		Mékinac	2,5
		Shawinigan	69,7
		Trois-Rivières	440,1
		La Tuque	0,6
		Mauricie	7,4
Taux de chômage	%	Par MRC	n.d.
		Mauricie	9,2
		Québec	7,2
Revenu personnel disponible per capita²	\$ / hab.	Les Chenaux	20 144
		Maskinongé	19 756
		Mékinac	18 955
		Shawinigan	19 666
		Trois-Rivières	22 396
		La Tuque	19 820
		Mauricie	21 014
		Québec	23 273

Source : Institut de la statistique du Québec

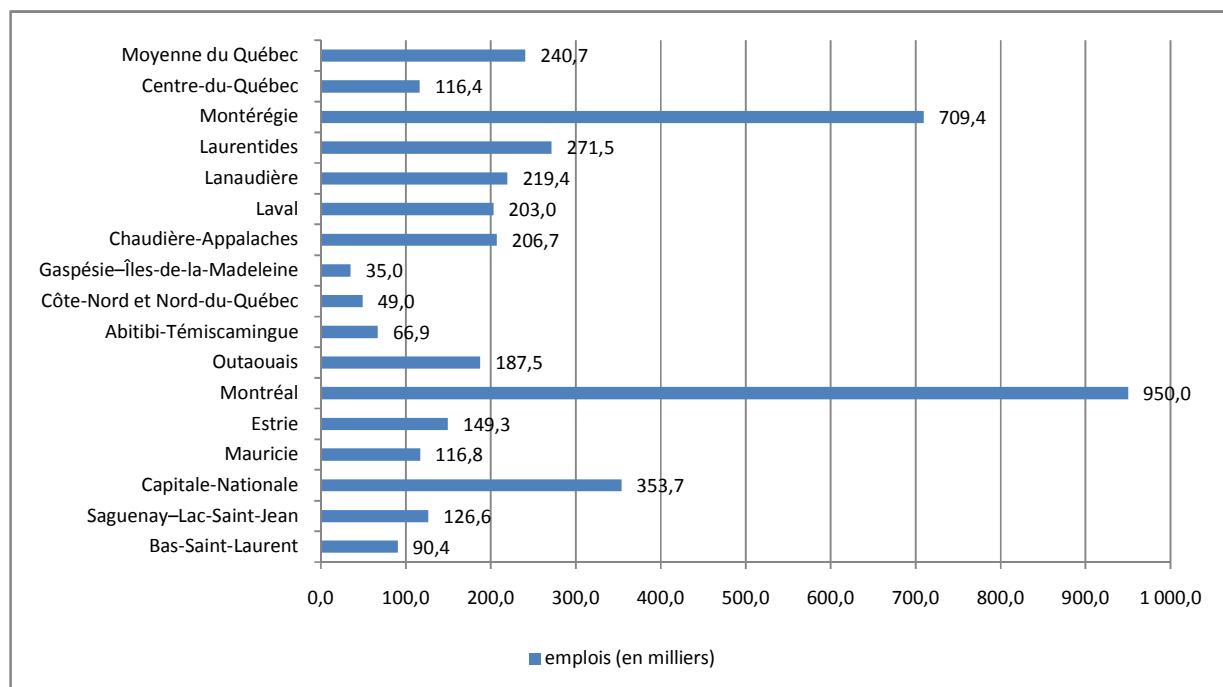
n.d. = non disponible

¹ Sauf lorsqu'indiqué autrement.

² En dollars courants, 2006.

En ce qui concerne l'emploi, le tableau 1 montre que le taux de chômage était évalué à 9,2 % durant l'année 2007 comparativement à 7,2 % à l'échelle provinciale. Ceci étant dit, la variation nette de l'emploi s'est avérée positive au cours de cette même année, soit 4 200 emplois de plus comparativement à l'année précédente (Institut de la statistique, 2007). De plus, tel que le démontre la figure 2, la Mauricie comptait 116 800 travailleurs en 2007, soit 3 % de la main d'œuvre salariée de l'ensemble de la province.

FIGURE 2 : RÉPARTITION RÉGIONALE DU NOMBRE D'EMPLOIS EN 2007



Source : Institut de la statistique du Québec

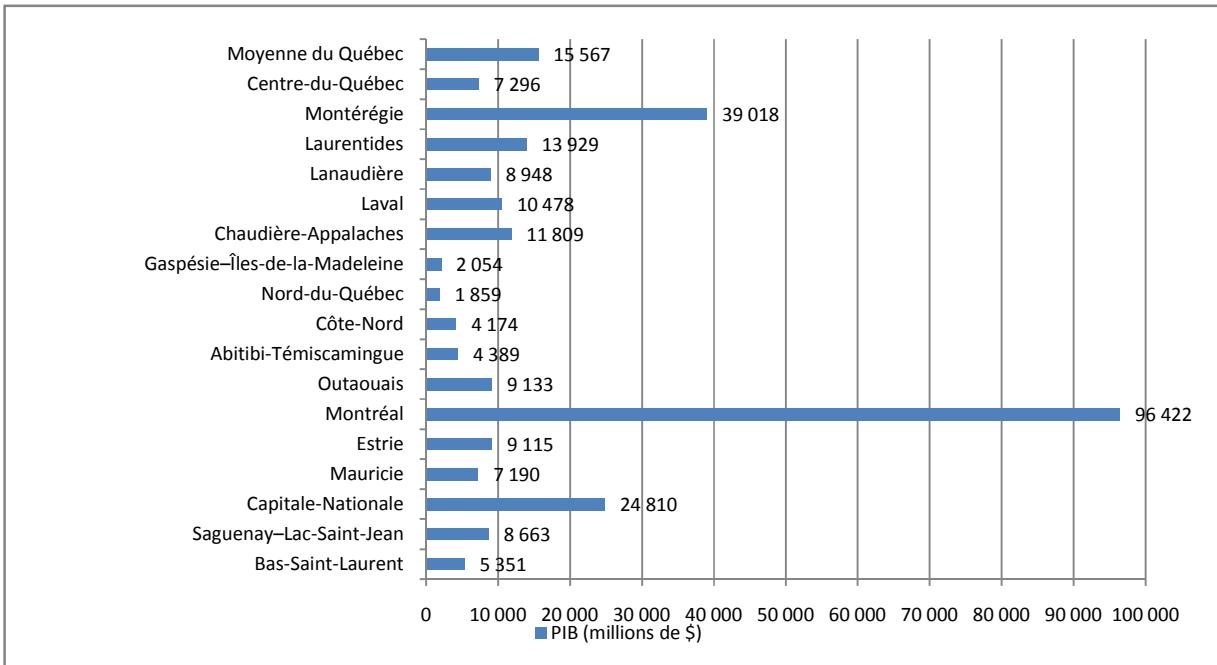
En ce qui a trait au produit intérieur brut (PIB)¹ de la région, la figure 3 montre qu'il se chiffrait à près de 7,2 milliards de dollars, soit 2,7 % du PIB provincial. Le PIB de la Mauricie a ainsi crû de 3,4 % entre 2005 et 2006 sans toutefois surpasser la croissance moyenne provinciale estimée à 4,2 %. En outre, il s'agit là d'un recul comparativement à la période antérieure pour laquelle une augmentation de 4,3 % avait été réalisée (Institut de la statistique du Québec, 2006).

Suivant la tendance observée au niveau du PIB, la valeur des investissements totaux, en l'occurrence les dépenses en immobilisation et en réparation des secteurs privé et public, a connu une hausse appréciable de 26,7 % durant la dernière période de référence disponible, soit en 2005. Cette valeur atteignait alors

¹ PIB au prix de base, en 2006.

près de 2,2 milliards de dollars et représentait 3,6 % des investissements dans la province (Institut de la statistique du Québec, 2005).

FIGURE 3 : RÉPARTITION RÉGIONALE DU PIB AU PRIX DE BASE EN 2006



Source : Institut de la statistique du Québec

Outre ces principaux indicateurs, l'activité économique de la Mauricie se caractérise également par la vitalité de son secteur primaire, en l'occurrence le secteur agricole. En effet, ce dernier a contribué pour près de 238 millions de dollars à la valeur totale de la production, soit environ 3,4 % du PIB régional en 2005. De plus, il a fourni 2 800 emplois aux travailleurs agricoles de la région au courant de l'année 2007 (Institut de la statistique du Québec, 2005 et 2007).

Afin de mieux situer ce secteur, les deuxième et troisième volets de la présente section offrent un survol des principales caractéristiques propres aux exploitants et exploitations agricoles de la région.

1.1.2. Profil des exploitants

Répartition des exploitants selon le sexe

Les données du recensement canadien de l'agriculture indiquent qu'en 2006, la Mauricie comptait 1 640 exploitants, soit 8,6 % de moins qu'en 2001 (Statistique Canada 2006). Selon cette même source, plus des 2/3 des exploitants étaient des hommes. À ce titre, le tableau 2 fournit davantage de détails quant à la répartition par sexe des exploitants agricoles dans la région. Comme on peut le constater, c'est au sein de la DR Maskinongé qu'était regroupée la majeure partie des fermes. En outre, ce sont les DR Shawinigan et la Tuque qui renfermaient respectivement la plus grande proportion d'exploitants de sexe masculin (81,8 %) et féminin (40 %).

TABLEAU 2 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON LE SEXE EN 2006

	total des exploitants¹	% hommes	% femmes
Mékinac – DR	230	73,9	26,1
Shawinigan – DR	55	81,8	27,3
Fracheville – DR²	600	73,3	25,8
Maskinongé – DR	730	76,7	22,6
La Tuque – DR	25	60,0	40,0
Mauricie	1 640	75,6	24,4

Source : Statistique Canada

1 Jusqu'à trois exploitants peuvent être déclarés par ferme. Il s'agit d'un dénombrement des exploitants distincts. Les personnes qui exploitent deux fermes distinctes ou plus sont donc incluses une seule fois dans le total.

2 Cette division de recensement inclus les municipalités de la MRC – Les Chenaux et celle de Trois-Rivières

Répartition des exploitants selon l'âge moyen

En ce qui concerne la répartition selon l'âge moyen des exploitants, il est à noter que moins de 10 % d'entre eux étaient âgés de moins de 35 ans en 2006. De plus, près de la moitié des exploitants étaient âgés entre 35 et 54 ans. Au niveau des DR, on observe que Shawinigan détenait le plus grand nombre d'exploitants âgés de plus de 55 ans en 2006.

TABLEAU 3 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON L'ÂGE MOYEN EN 2006

	total des exploitants	% moins de 35 ans	% 35 à 54 ans	% 55 ans et plus
Mékinac – DR	230	10,9	67,4	26,1
Shawinigan - DR	55	9,1	63,6	36,4
Fracheville - DR¹	600	10,0	59,2	31,7
Maskinongé - DR	730	9,6	58,2	32,2
La Tuque - DR	20	25,0	50,0	25,0
Mauricie	1 635	9,8	59,9	31,2

Source : Statistique Canada

¹ Cette division de recensement inclus les municipalités de la MRC – Les Chenaux et celle de Trois-Rivières

Répartition des exploitants selon le travail non agricole rémunéré

Finalement, il est à noter que plus de 25 % des agriculteurs de la Mauricie exerçaient sur une base régulière (plus de 20 heures par semaine) une activité à revenus en dehors du secteur agricole en 2006. À cet égard, on observe que c'est particulièrement au sein de la DR Shawinigan que l'on retrouvait la plus forte proportion d'exploitants agricoles dont l'activité principale n'était pas l'agriculture. Néanmoins, il reste que dans l'ensemble de la région et pour toutes les DR, l'agriculture demeurait l'activité principale pour plus de la moitié des exploitants agricoles.

TABLEAU 4 : RÉPARTITION DES EXPLOITANTS SELON LE TRAVAIL NON AGRICOLE RÉMUNÉRÉ EN 2006

	total des exploitants	% 0 h par semaine	% moins de 20 h par semaine	% 20 à 40 h par semaine	% 40 h et plus par semaine
Mékinac – DR	230	65,2%	4,3%	17,4%	10,9%
Shawinigan - DR	55	63,6%	9,1%	0,0%	27,3%
Fracheville - DR¹	600	65,8%	5,8%	18,3%	10,0%
Maskinongé - DR	730	71,9%	5,5%	11,6%	11,0%
La Tuque - DR	25	60,0%	20,0%	20,0%	0,0%
Mauricie	1 640	68,3%	5,8%	14,3%	11,0%

Source : Statistique Canada

¹ Cette division de recensement inclus les municipalités de la MRC – Les Chenaux et celle de Trois-Rivières

1.1.3. Profil des exploitations

Répartition des fermes selon les revenus agricoles bruts totaux

En ce qui a trait aux exploitations agricoles de la Mauricie, le tableau 5 présente leur répartition selon le niveau des revenus annuels. Comme on peut le constater, la Mauricie abrite moins de 4 % des fermes du Québec et ce sont essentiellement les DR de Maskinongé, Francheville et Mékinac qui regroupent la majorité des fermes recensées sur le territoire de la région. Par ailleurs, en ce qui a trait à leur situation financière, on observe que les fermes enregistrant les revenus les plus élevés (500 000 dollars et plus) sont concentrées dans la DR Maskinongé tandis que les fermes enregistrant des revenus inférieurs à 25 000 dollars sont surtout présentes dans la DR Francheville, qui inclut les municipalités de la MRC Les Chenaux et celle de Trois-Rivières.

TABLEAU 5 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEURS REVENUS AGRICOLES BRUTS TOTAUX EN 2006

	total des fermes	moins de 10k \$	10k - 24999	25k - 49999	50k - 99999	100k - 249999	250k - 499999	500k - 999999	1000k - 1999999	2000k et plus
Mékinac – DR	155	20	15	19	17	47	25	7	4	1
Shawinigan - DR	43	11	9	1	6	8	5	2	1	0
Fracheville - DR	389	60	41	44	40	104	70	22	6	2
Maskinongé - DR	515	52	63	56	60	116	87	54	22	5
La Tuque - DR	19	6	5	0	3	2	3	0	0	0
Mauricie	1 121	149	133	120	126	277	190	85	33	8
Québec	30 675	4 554	4 234	3 802	3 860	6 214	4 820	2 165	702	324
% Québec	3,7	3,3	3,1	3,2	3,3	4,5	3,9	3,9	4,7	2,5

Source : Statistique Canada

Répartition des fermes selon le secteur de production

Hormis leur niveau de revenus, les fermes de la Mauricie se distinguent également quant aux secteurs de production dans lesquels elles sont principalement actives. À ce titre, le tableau 6 met en exergue la prédominance des secteurs laitier et bovin en ce qui concerne les productions animales. En effet, ces deux secteurs s'accaparent respectivement 50,0 % et 19,3 % du total des fermes actives sur le territoire de la région.

TABLEAU 6 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEUR SECTEUR DE PRODUCTION (ÉLEVAGE) EN 2006

	Laitier ¹	Bovin ²	Porcin	Équidés ³	Volail-le ⁴	Ovin	Caprin	Apicul-ture	Oeufs cons	Cou-voir	Autres ⁵	TOTAL
Mékinac - DR	55	22	5	4	1	1	1	0	0	1	3	93
Shawinigan - DR	7	6	1	4	0	1	0	0	1	0	2	22
Francheville - DR	131	40	7	20	4	2	3	1	0	0	10	218
Maskinongé - DR	138	54	57	7	26	13	0	1	2	0	21	319
La Tuque - DR	1	6	0	0	0	1	1	1	0	0	2	12
Mauricie	332	128	70	35	31	18	5	3	3	1	38	664
Québec	6 945	4 683	1 932	889	453	626	154	172	158	11	922	943
% Québec	4,8	2,7	3,6	3,9	6,8	2,9	3,3	1,7	1,9	9,1	4,1	3,9

Source : Statistique Canada

¹ Inclut les fermes d'élevage de bovins laitiers.

² Inclut les parcs d'engraissement.

³ Comprend les élevages de chevaux et autres équidés.

⁴ Comprend les élevages de poulets à griller, d'autres volailles d'abattage et de dindons.

⁵ Comprend les élevages d'animaux à fourrure, les élevages mixtes de bétail, les élevages de volailles combinés à la production d'œufs, les élevages d'autres volailles et tous les autres types d'élevages divers.

De plus, on observe une forte concentration de ces fermes dans les DR Maskinongé et Francheville. Les autres secteurs d'élevage qui figurent aussi au rang des principales productions de la région sont la production porcine, l'élevage d'équidés ainsi que l'élevage de volailles.

Au chapitre des productions végétales, la situation est quelque peu différente dans la mesure où aucun secteur ne se démarque significativement au sein de la Mauricie. Cependant, le tableau 7 permet de cerner certaines tendances au sein de la région. Ainsi, on observe que les fermes sont majoritairement actives dans la production de céréales, de fruits et de noix ainsi que dans la production de cultures en pépinière. De plus, tout comme pour les productions animales, les DR qui comptent le plus grand nombre de fermes actives, tous types de cultures confondus, sont Maskinongé et Francheville.

TABLEAU 7 : RÉPARTITION DES FERMES SELON LEUR SECTEUR DE PRODUCTION (CULTURE) EN 2006

	autres céréales	maïs	fruits et noix	flori-culture	pépi-nière ¹	soya	cultures vivrière s en serre	pomm e de terre	blé	oléagi-neuses ²	Autres ³	TOTAL
Mékinac - DR	12	1	1	3	1	0	1	1	0	1	41	62
Shawinigan - DR	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	14	21
Francheville - DR	31	26	17	10	8	8	5	2	1	0	63	171
Maskinongé - DR	35	42	13	7	7	9	3	6	3	1	70	196
La Tuque - DR	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	7
Mauricie	80	69	35	22	17	17	10	9	4	2	192	457
Québec	1 129	1 829	1 273	500	684	380	277	274	79	13	7292	13 730
% Québec	7,1	3,8	2,8	4,4	2,5	4,5	3,6	3,3	5,1	15,4	2,6	3,3

Source : Statistique Canada

¹ Incluant l'arboriculture.

² Excluant le soya.

³ Comprend les productions végétales suivantes : foin, pois et haricots secs, champignons, tabac, cultures mixtes fruits et légumes, autres cultures de légumes et de melons et autres cultures agricoles diverses.

Au-delà du niveau de revenus et des secteurs de production dans lesquels elles sont actives, les exploitations agricoles de la Mauricie se démarquent aussi en ce qui a trait à l'utilisation des sources de la biomasse produite sur son territoire. À cet égard, la section qui suit présente la répartition des fermes de la région selon l'usage final qu'elles ont fait du fumier, pour ce qui est de la biomasse d'origine animale, et des terres agricoles, pour ce qui est de la biomasse d'origine végétale.

Répartition des fermes selon l'utilisation des sources de biomasse

En ce qui a trait à l'utilisation des sources de biomasse d'origine animale, le tableau 8 indique la répartition des fermes selon leur utilisation du fumier. À cet effet, il est à noter que sur un total de 813 fermes ayant déclaré avoir produit ou utilisé du fumier au cours de l'année 2004, près de 88 % d'entre elles ont déclaré avoir appliqué ce fumier sur leur exploitation. De plus, environ 16 % de ces fermes ont plutôt vendu ou donné ce fumier tandis qu'environ 13 % d'entre elles ont acheté ou reçu du fumier en 2004. Enfin, il semble qu'à peine 5 % de ces fermes ont eu recours à d'autres formes d'utilisation, notamment le compostage, le séchage, la transformation ou encore l'entreposage du fumier.

TABLEAU 8 : RÉPARTITION DES FERMES SELON L'UTILISATION DU FUMIER EN 2004

	total des fermes	fumier produit ou utilisé	fumier appliqué sur l'exploitation agricole	fumier vendu ou donné aux autres	fumier acheté ou reçu des autres	fumier pour d'autres utilisations ²
Mékinac – DR	155	111	103	10	6	3
Shawinigan - DR	43	30	26	5	1	4
Fracheville – DR¹	389	270	247	28	34	21
Maskinongé - DR	515	389	327	86	66	13
La Tuque - DR	19	13	12	2	2	1
Mauricie	1 121	813	715	131	109	42
Québec	30 675	20 178	17 914	2 955	2 878	1 109
% Québec	3,7	4,0	4,0	4,4	3,8	3,8

Source : Statistique Canada

¹ Cette division de recensement inclut les municipalités de la MRC – Les Chenaux et celle de Trois-Rivières

² Fumier composté, séché, transformé, entreposé ou utilisé autrement.

Ainsi, il appert que la majeure partie du fumier produit sur les fermes de la Mauricie est utilisée pour des fins de fertilisation. De fait, le développement de nouveaux débouchés agro-énergétiques pour le fumier requiert au préalable la prise en considération des frais qui devront être engagés pour compenser les coûts supplémentaires en fertilisation.

Concernant l'utilisation de la biomasse d'origine végétale, les données du recensement canadien de l'agriculture indiquent qu'en 2006, 1 121 fermes se partageaient les 115 724 hectares du territoire agricole de la Mauricie. Sur l'ensemble des superficies agricoles disponibles dans la région, plus du 2/3 présentait un potentiel de production de biomasse d'origine végétale puisque 69,6 % de ces terres avaient été consacrées à des cultures agricoles.

En outre, le tableau 9 montre que 6,2 % des superficies agricoles de la Mauricie avaient été utilisés pour le pâturage tandis que 24,1 % de ces terres avaient servi à d'autres utilisations, notamment la culture d'arbres de Noël. Finalement, moins de 0,1 % des terres agricoles avaient été mises en jachère au cours de l'année 2006.

TABLEAU 9 : RÉPARTITION DES FERMES SELON L’UTILISATION DES SUPERFICIES EN 2006

	total des fermes	total des hectares en superficies agricoles	% terres en cultures ¹	% terres en jachère	% pâturages cultivés ou ensemencés	% terres naturelles pour le pâturage	% autres terres ²
Mékinac - DR	155	17 869	64,4	x	4,1	x	29,2
Shawinigan - DR	43	3 084	54,5	x	8,3	x	31,1
Francheville - DR	389	41 508	67,6	0,1	3,0	3,4	25,9
Maskinongé - DR	515	50 734	75,9	..	2,6	2,9	18,5
La Tuque - DR	19	2 530	30,9	..	5,3	0,5	63,3
Mauricie	1 121	115 724	69,6	0,1	3,2	3,0	24,1
Québec	30 675	3 462 935	55,8	0,1	4,3	4,6	35,2

Source : Statistique Canada

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

.. = donné infime (inférieure à 0,1%)

¹ Excluant la superficie en arbres de Noël.

² Incluant la superficie en arbres de Noël, en terres boisées et en terres humides.

La présente section ayant permis de cerner les principales caractéristiques qui définissent le secteur agricole en Mauricie, la section qui suit portera plus spécifiquement sur l’évaluation du potentiel de production de biomasse que revêt ce secteur.

1.2. Résultats : évaluation du potentiel de production de biomasse en Mauricie

Cette seconde section présente, dans un premier temps, la méthodologie retenue pour estimer le potentiel de production de biomasse agricole en Mauricie. Dans un deuxième temps, les résultats obtenus seront exposés.

1.2.1. Méthodologie

La biomasse qui présente un intérêt pour le secteur énergétique comprend la fraction biodégradable des produits pouvant servir à la production d’énergie par le biais de bioprocédés, en l’occurrence la combustion, la gazéification, la pyrolyse, la fermentation, la transestérification ou la digestion anaérobie. Par ailleurs, ces produits peuvent provenir des résidus de la production industrielle et des déchets solides

de la consommation urbaine ou encore des produits (ou résidus) de la sylviculture et de l'agriculture (Ressources naturelles Canada, 2006).

Dans le cadre de cette étude, l'estimation de la quantité totale de biomasse disponible sur le territoire de la Mauricie se limite à cette dernière source de biomasse, soit les secteurs agricole et forestier. Ainsi, cette estimation tient compte de la biomasse produite par les filières animales et végétales au niveau du secteur primaire. De fait, les sections 1.2.1.1 et 1.2.2.2 du présent rapport proposent respectivement une évaluation quantitative et qualitative de la production de biomasse tirée de l'élevage du bétail et de la production des grandes cultures (incluant le foin) en Mauricie. De plus, la section 1.2.2.2 présente également une évaluation de la production de biomasse tirée du secteur forestier.

Biomasse d'origine animale

En ce qui a trait à la quantité totale de biomasse d'origine animale disponible sur le territoire de la Mauricie, la quantité produite de fumier (fèces et purin) sous format solide et liquide a été estimée. Pour ce faire, les données d'inventaire du cheptel compilées par Statistique Canada lors des deux plus récents recensements de l'agriculture ont été converties en charges fertilisantes (tonnes métriques de fumier) à partir des facteurs de conversion publiés par le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ, 2003) et Statistique Canada (2006). En outre, il est à noter que les corps gras et huiles animales (résidus d'abattoir et animaux morts) qui sont également sources de biomasse d'origine animale n'ont pas été pris en considération étant donné que leur utilisation relève davantage du secteur secondaire (transformation).

Ces données sont ventilées par division de recensement (DR) et par municipalité. De plus les mêmes données sont présentées par municipalités régionales de comté (MRC) à l'annexe 2. Outre la répartition géographique, les données sont également présentées selon les différents secteurs d'élevage et par catégories d'animaux. Pour les fins de l'étude, cinq principaux secteurs d'élevage ont été retenus, soit les secteurs laitier, bovin, porcin, ovin et de la volaille.

Par ailleurs, les facteurs de conversion utilisés pour estimer la masse de fumier produit par tête sont spécifiques aux catégories d'animaux qui composent chaque secteur d'élevage. De plus, afin d'évaluer la quantité de fumier produite pour l'année dans chaque secteur, la durée d'élevage a été ramenée sur une base de 365 jours lorsque ce n'était pas déjà le cas en utilisant le nombre de rotation annuelle fournie par le CRAAQ. La formule retenue pour estimer la quantité de biomasse d'origine animale est la suivante :

Nombre de têtes en inventaire * facteur de conversion * taux de rotation annuelle

À des fins d'évaluation, nous avons opté pour les quantités en inventaire car ces données sont également réparties sur une base municipale contrairement aux données de production qui ne sont disponibles que pour l'ensemble de la région. Ainsi, cette approche nous permet de présenter des résultats par municipalité. Toutefois, elle constitue une limite dans notre analyse dans la mesure où les valeurs ainsi calculées ne tiennent pas compte du caractère dynamique du nombre de têtes de bétail présentes sur le territoire de la région. Par ailleurs, l'estimation de la disponibilité de la biomasse d'origine animale n'inclut pas le fumier produit par les catégories d'animaux des autres secteurs d'élevage non identifiés précédemment car leurs volumes restent marginaux. Néanmoins, l'annexe 3 présente un tableau de données pour ces élevages marginaux qui indique le nombre d'animaux recensés au jour du recensement ainsi que leur proportion par rapport au cheptel total de la région.

Les différents coefficients utilisés sont présentés dans le tableau 10. À cet égard, il est à noter que les valeurs rapportées sont des indicateurs pour établir les charges fertilisantes de l'élevage étudié. Pour plus de précisions, il serait donc recommandé de réaliser le bilan alimentaire, mesurer le volume et la masse du fumier et prélever des échantillons représentatifs des fumiers ou lisiers à des fins d'analyses. La précision de l'évaluation des rejets réels est de ce fait directement proportionnelle à la qualité des informations ainsi obtenues et mesurées (CRAAQ, 2003).

TABLEAU 10 : FACTEURS DE CONVERSION ET TAUX DE ROTATION (ÉLEVAGE)

SECTEUR	CATÉGORIE	Facteur de conversion (kg/tête/durée d'élevage)	Taux de rotation
Laitier	Vaches laitières	13600	1
	Taureau > 1 an ¹	5464	1
	Génisse et taure ²	6040(3600+8480)/2	1
Bovin	Veau de lait ³	1550	2,6
	Veau de grain	1778	1,8
	Bouvillons	4770	1,2
	Vache de boucherie (incluant son veau)	11400	1
Porcin ⁴	Génisse et taure	6825(5475+8175)/2	1
	Taureau > 1 an	10688	1
	Truies et cochettes de reproduction	1360	
	Porcelets sevrés et non sevrés	610	
Ovin ⁵	Porcs d'engraissement	1290	
	Verrats	1360	
	Brebis	1254	1
	Béliers	1103	1
Volaille ⁶	Agneaux de lait	995	1
	Agneaux légers	27	1
	Agneaux lourds	98	1
	Poulet à griller	1,73(1,69 + 1,37) /2	6,5
	Poulet à rôtir	1,93	5

Sources : CRAAQ et Statistique Canada

¹ Étant donné que les données d'inventaire ne permettent pas de distinguer les taureaux selon le secteur de production, 1/3 de l'inventaire dans cette catégorie a été attribué au secteur laitier tandis que les 2/3 restants ont été imputés au secteur bovin.

² Vu que les données d'inventaire ne permettent pas de distinguer les taureaux des génisses, le coefficient de conversion retenu pour estimer leur production de fumier résulte de la moyenne arithmétique des coefficients spécifiques à chacune de ces catégories.

³ Vu que les données d'inventaire ne permettent pas de distinguer les veaux de grain des veaux de lait, la répartition des volumes assurés par l'ASRA a été utilisée, soit : en 2001, 36% et 64% respectivement contre 33% et 67% en 2006.

⁴ Afin de demeurer fidèle aux catégories du recensement, les coefficients de conversion fournis par Statistique Canada ont été utilisés. Ils sont sur base annuelle et sont estimés à partir de données d'élevages américains.

⁵ Vu que les données d'inventaire ne permettent pas de distinguer les agneaux de lait, des agneaux légers et des agneaux lourds, l'inventaire pour ces catégories a été estimé selon la proportion établie par le modèle de l'ASRA 2002, soit 52%, 16% et 32% respectivement.

⁶ Comprend les poulets à griller et poulets à rôtir. Étant donné que les données d'inventaire ne permettent pas de distinguer les poulets à griller des poulets à rôtir, l'inventaire pour ces catégories a été estimé selon une proportion respective de 80 % et 20 %.

Biomasse d'origine végétale

En ce qui concerne la quantité de la biomasse d'origine végétale produite par le secteur des grandes cultures, les rendements en grains et en paille dans la région ont été calculés. À cet effet, neuf des principaux types de culture produite en Mauricie ont été retenus, soit l'avoine, le blé de printemps, les céréales mélangées, le foin cultivé, le maïs-ensilage, le maïs-grain, l'orge, la pomme de terre et le soya. Les résultats obtenus sont ventilés par municipalité et par DR. À l'annexe 2, ces mêmes résultats sont regroupés par municipalités régionales de comté (MRC), tout comme pour la biomasse d'origine animale.

Pour chaque type de culture identifié, le taux de rendement en grains et l'indice de récolte ont été utilisés pour calculer les rendements en grains et en résidus (paille). Le taux de rendement en grains provient des estimations de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) tandis que l'indice de récolte, de même que la méthode de calcul du rendement en paille, sont tirés du Guide du CRAAQ (2003). Les formules retenues pour estimer le potentiel de production de biomasse d'origine végétale sont les suivantes :

- 1) **superficie en inventaire * rendement pour le rendement en grains**
- 2) **superficie en inventaire * rendement * indice de récolte pour le rendement en paille**

Les coefficients utilisés sont présentés dans le tableau 11.

TABLEAU 11 : TAUX DE RENDEMENT ET INDICE DE RÉCOLTE (CULTURE)

CULTURE	Rendement en 2001(t/ha)	Rendement en 2006 (t/ha)	Indice de récolte
Avoine	2,92	2,44	0,39 (0,35+0,42)/2
Blé de printemps	2,98	2,95	0,42 (0,45+0,38)/2
Céréales mélangées	2,84	2,87	
Foin cultivé	4,96	6,43	
Maïs-ensilage	28,92	41,81	0,50
Maïs-grain	7,25	7,94	0,50
Orge	4,96	2,83	0,46(0,48+0,43)/2
Pomme de terre	26,38	28,00	
Soya	2,25	2,92	0,55

Source : Institut de la statistique du Québec et CRAAQ

L'estimation de la biomasse d'origine végétale disponible n'inclut pas la biomasse issue des autres types de cultures non identifiées précédemment car leurs superficies s'avèrent relativement marginales. De plus,

bien que les cultures de la luzerne et du haricot sec représentent une part importante des superficies ensemencées dans la région, il n'a pas été possible d'estimer leur potentiel de production de biomasse car leur taux de rendement n'était pas disponible. Toutefois, l'annexe 5 présente un tableau de données pour ces cultures marginales qui indique les superficies par type de cultures recensées ainsi que leur proportion par rapport à l'inventaire total des superficies mises en culture dans la région.

En outre, en ce qui a trait aux cultures fourragères, les besoins alimentaires du bétail ont été pris en compte dans l'estimation de la quantité de biomasse effectivement disponible pour les nouveaux débouchés qu'offre le secteur agro-énergétique. Ainsi, la consommation annuelle en grains des animaux produits en Mauricie a été soustraite de la production totale de grains initialement calculée pour ne retenir que le solde en grains potentiellement disponible pour le secteur agro-énergétique.

La méthode de calcul servant à estimer la consommation en grains est inspirée de celle développée par Statistique Canada (2003). Étant donné que les estimations du nombre de têtes produites et des besoins alimentaires par tête n'étaient disponibles que pour l'ensemble du Québec et que pour l'année 2001, des ajustements ont été apportés à partir des proportions observées lors des recensements 2001 et 2006 pour estimer la répartition régionale en 2001 ainsi que les besoins alimentaires des animaux en 2006. À cet égard, il est à noter que la consommation en grains a été estimée uniquement au niveau de la région de la Mauricie. Les formules retenues pour estimer la consommation en grains du bétail sont les suivantes :

Nombre d'animaux * pondération régionale * besoins alimentaires par tête

Cette formule permet d'estimer la consommation en grains du bétail pour l'année 2001. Elle prend en considération :

- Le nombre d'animaux à alimenter au Québec en 2001;
- Le nombre d'animaux à alimenter en Mauricie en 2001;
- Pour chaque secteur d'élevage, une portion du nombre total d'animaux à alimenter au Québec a été attribuée à la Mauricie. Afin d'effectuer cette répartition, nous avons utilisé le ratio fourni par les données du recensement 2001, soit : nombre d'animaux en inventaire dans la région de la Mauricie / nombre d'animaux en inventaire au Québec;
- Les besoins alimentaires par tête.

(nombre d'animaux + variation d'inventaire) * pondération régionale * besoins alimentaires par tête

Cette formule permet d'estimer la consommation en grains du bétail pour l'année 2006. Elle prend en considération :

- Le nombre d'animaux à alimenter au Québec en 2006;
- Pour chaque secteur d'élevage, la variation d'inventaire au Québec entre les recensements 2001 et 2006 a été appliquée au nombre d'animaux à alimenter au Québec en 2001;
- Le nombre d'animaux à alimenter en Mauricie en 2006;
- Pour chaque secteur d'élevage, une portion du nombre total d'animaux à alimenter au Québec a été attribuée à la Mauricie. Afin d'effectuer cette répartition, nous avons utilisé le ratio fourni par les données du recensement 2006, soit : nombre d'animaux en inventaire dans la région de la Mauricie / nombre d'animaux en inventaire au Québec;
- Les besoins alimentaires par tête.

Les coefficients utilisés sont présentés dans le tableau 12.

TABLEAU 12 : COEFFICIENTS POUR ESTIMER LA CONSOMMATION EN GRAINS

SECTEUR	Nombre de têtes (milliers)	Varia.- inventaire 2001/2006(%)	Pond.- régionale 2001 (%)	Pond.- régionale 2006 (%)	Avoine (t/tête)	Blé (t/tête)	Céréales mélangées (t/tête)	Maïs-grain (t/tête)	Orge (t/tête)	Soya-moulée (t/tête)
Laitier et bovin	1 385,5	+ 2,25	4,46	3,57	0,046	0,029	0,064	1,356	0,319	0,081
Porcin	8 001,2	- 0,27	3,96	3,62	0,002	0,028	0,000	0,200	0,019	0,048
Ovin	324,2	+ 20,77	2,09	2,46	0,007	0,002	0,001	0,013	0,019	0,004
Volaille ¹	171 112	- 3,71	7,26	7,48	0,0000	0,0004	0,0000	0,0020	0,0000	0,0006

Source : Statistique Canada et compilations internes

¹ Bien que ce secteur inclue les dindons, les besoins alimentaires des dindons ne sont pas pris en compte car il s'agit de données confidentielles en vertu des dispositions de la *Loi sur la statistique*.

Outre les éléments mentionnés précédemment, il reste à préciser que cette méthodologie permet de calculer une valeur théorique, et non réelle, du niveau de production de biomasse par les fermes de la Mauricie. En effet, cette valeur est basée sur des données d'inventaire (bétail et cultures) statiques dans le temps qui ne tiennent pas compte des divers flux pouvant affecter le niveau réel de production de biomasse, en l'occurrence les variations saisonnières et les flux commerciaux.

Pour estimer la quantité de biomasse pouvant être fournie par le secteur forestier de la Mauricie, la démarche méthodologique utilisée relève de différentes sources. En premier lieu, les résidus forestiers

représentent entre 15 et 25 % du volume total de bois récolté sur une superficie donnée. Selon ces ratios, le Canada serait en mesure de fournir entre 19,5 et 32,5 millions de tonnes métriques de résidus lignocellulosiques pour l'industrie des bioproduits (Mabee et al., 2006). En fait, la quantité exacte de résidus qui pourront être récoltés de manière durable, c'est-à-dire n'engendrant pas de déficiences au niveau de la fertilité du sol et des problèmes d'érosion, variera d'une région à l'autre. Selon des résultats de recherches sur les coûts d'approvisionnement de la biomasse forestière dans le Bas-Saint-Laurent et en Outaouais, la biomasse résiduelle potentielle se situerait en moyenne à 36 % de la biomasse totale. Cependant, la moyenne des quantités de biomasse résiduelle récoltées se situent à seulement 14 % de la biomasse totale². Ce pourcentage établit donc l'hypothèse principale pour le calcul de la biomasse forestière résiduelle disponible.

Selon la Fédération des producteurs de bois du Québec, les producteurs de la Mauricie ont récolté et livré un total de 141 900 mètres cubes solides (mcs) par l'entremise de leur plan conjoint en 2007. De ce total, 49 800 mcs furent destinés à l'industrie des pâtes et papiers, 29 100 mcs au sciage et au découpage, tandis que 63 000 servirent à la fabrication de panneaux et à d'autres utilisations (FPBQ, 2008a). En utilisant des facteurs de conversion qui prennent compte la densité moyenne estimée pour les différentes espèces récoltées³, 14 % du volume totale de bois récolté en Mauricie équivaudrait à environ à 15 769 tma de biomasse.

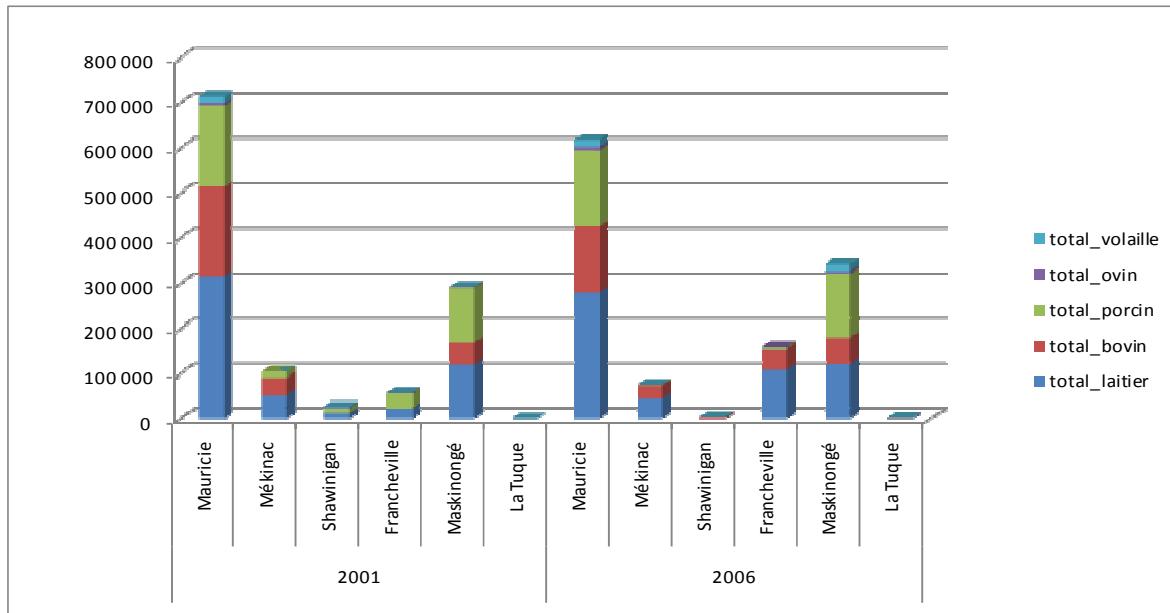
1.2.1.1. Biomasse d'origine animale

Les résultats obtenus suite à l'estimation de la quantité de biomasse d'origine animale disponible sur le territoire de la Mauricie permettent de dégager les principales tendances au sein de la région. D'abord, la capacité de production de biomasse a fléchi sur l'ensemble de la région entre 2001 et 2006. À cet égard, la figure 4 montre qu'entre 2001 et 2006, la quantité de biomasse produite dans la région a effectivement chuté de près de 100 000 tonnes métriques. Alors qu'elle se situait autour de 714 456 tonnes métriques en 2001, elle était descendue à près de 618 205 tonnes métriques en 2006. Tandis que la figure 4 présente les quantités de biomasse d'origine animale disponibles par divisions de recensement (DR), une figure semblable présente les mêmes résultats mais regroupés par municipalités régionales de comté (MRC) à l'annexe 2. Toutefois, la nature confidentielle de certaines données rend difficile l'analyse des résultats sur la base des MRC.

² Nos calculs basés sur : Desrochers (2008).

³ Basés sur : Desrochers (2008) et SPFBSL (2008).

**FIGURE 4 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE CHEPTEL ANIMAL ENTRE 2001 ET 2006
(EN TONNES MÉTRIQUES)**



Sources : Statistique Canada et compilations internes.

Catégorie total_volaille confidentielle pour Mékinac (2001 et 2006), Francheville (2001 et 2006), Maskinongé (2001) et la Tuque (2001 et 2006)

Catégorie total_bovin confidentielle pour Francheville (2001), Shawinigan (2001) et la Tuque (2001)

Catégorie total_laitier confidentielle pour Shawinigan (2006) et la Tuque (2001 et 2006)

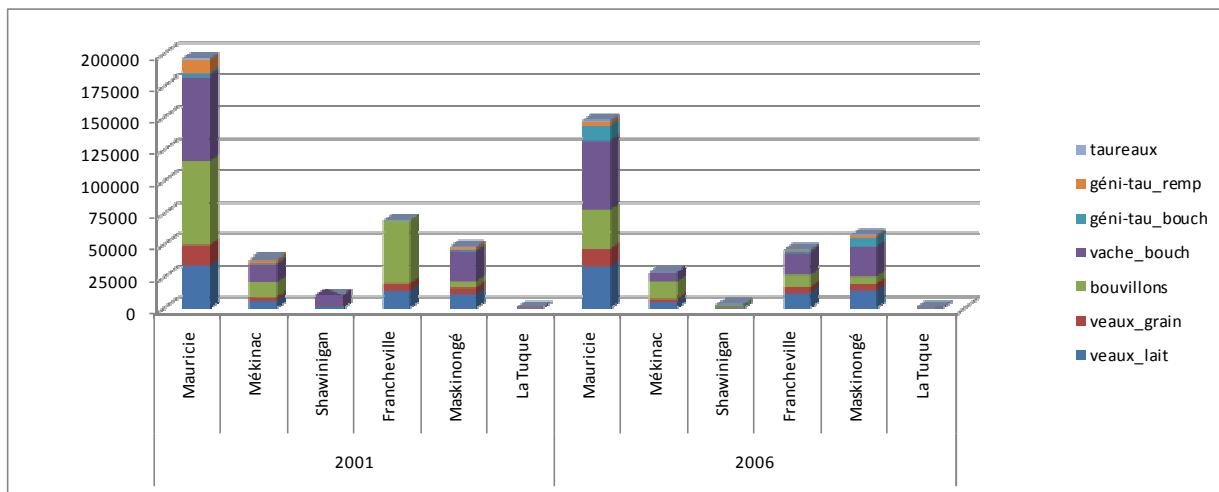
Par ailleurs, il est à noter que ces résultats portent uniquement sur cinq des principaux secteurs d'élevage qui composent le cheptel animal de la Mauricie, en l'occurrence les secteurs laitier, bovin, porcin, ovin et de la volaille. Toutefois, ils illustrent fidèlement la tendance observée pour l'ensemble du cheptel. À ce titre, les tableaux insérés à l'annexe 3 et 4 présentent l'évolution entre 2001 et 2006 des inventaires municipaux pour l'ensemble du cheptel animal y compris les autres secteurs d'élevage dont la quantité de fumier produite n'a pu être estimée. Ainsi, on observe que pour l'ensemble des secteurs d'élevage, le nombre total d'animaux en inventaire dans la région a baissé d'environ 2,5 % entre 2001 et 2006, passant de 2 017 879 têtes à 1 966 664 têtes. Cette baisse résulte essentiellement de la diminution de l'inventaire (- 3 %) observée pour l'ensemble des cinq secteurs d'élevage mentionnés précédemment tandis que pour les secteurs dont la production de fumier n'a pu être évaluée, l'inventaire a crû d'environ 7 %.

D'ailleurs, on note que c'est au niveau des secteurs bovin et porcin que la baisse de production de fumier a été la plus marquée. En effet, ces deux secteurs ont vu leur cheptel animal rétrécir de façon significative entre 2001 et 2006 suite aux épisodes d'encéphalite spongiforme bovine et de circovirus survenus

respectivement en 2003 et 2005. Ces maladies ont engendré une véritable crise dans ces secteurs, minant par le fait même, les capacités de production et la pérennité du cheptel.

À cet égard, les figures 5 à 7 présentent un portrait plus détaillé quant à l'évolution de la production de fumier par les catégories d'animaux composant les secteurs d'élevage touchés par ces deux crises, à savoir les secteurs bovin, laitier et porcin. De la même manière, des figures semblables présentent les mêmes résultats par municipalités régionales de comté (MRC) à l'annexe 2. Ainsi, on observe grâce à la figure 5 qu'au niveau du secteur bovin, la quantité de fumier produite a chuté de 196 651 à 147 998 tonnes métriques entre 2001 et 2006, soit pour près de 50 000 tonnes métriques.

FIGURE 5 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR BOVIN ENTRE 2001 ET 2006
(EN TONNES MÉTRIQUES)



Sources : Statistique Canada et compilations internes.

Catégorie taureaux confidentielle pour Shawinigan et la Tuque (2001)

Catégorie géni-tau_remp confidentielle pour Mékinac (2006), Francheville (2001), Shawinigan (2001 et 2006) et la Tuque (2001)

Catégorie géni-tau_bouch confidentielle pour Mékinac (2006), Francheville (2001), Shawinigan (2001) et la Tuque (2001 et 2006)

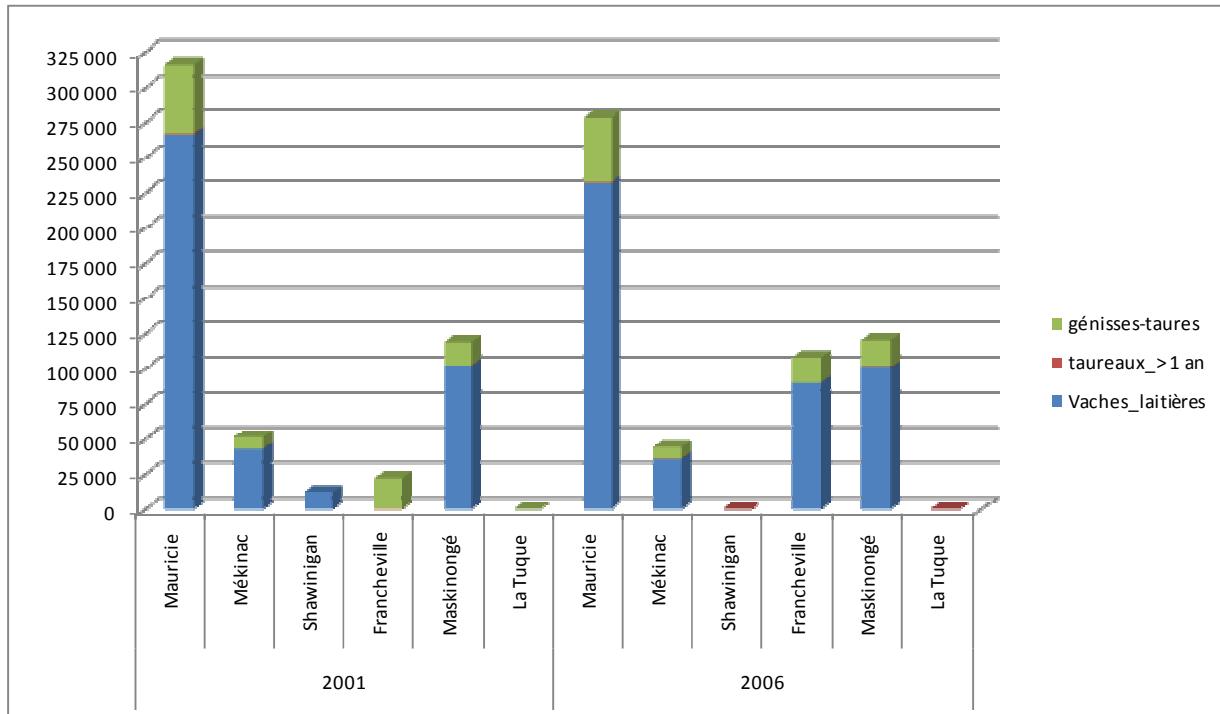
Catégorie vache_bouch confidentielle pour Francheville (2001), Shawinigan (2006) et la Tuque (2001 et 2006)

Catégorie bouvillons confidentielle pour Shawinigan et la Tuque (2001)

En ce qui a trait au secteur laitier, on observe une baisse de la quantité de fumier produite équivalant à près de 38 000 tonnes métriques entre 2001 et 2006 en Mauricie. En effet, la figure 6 indique que le cheptel laitier a produit 316 178 tonnes métriques de fumier en 2001 comparativement à 278 347 tonnes métriques en 2006. De plus, la figure 6 montre que la diminution du fumier produit a été causée essentiellement par un recul de la production au niveau de la DR Mékinac. Par ailleurs, la figure

correspondante à l'annexe 2 démontre une diminution du fumier produit par le secteur laitier dans les MRC de Les Chenaux et Maskinongé.

**FIGURE 6 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR LAITIER ENTRE 2001 ET 2006
(EN TONNES MÉTRIQUES)**



Sources : Statistique Canada et compilations internes.

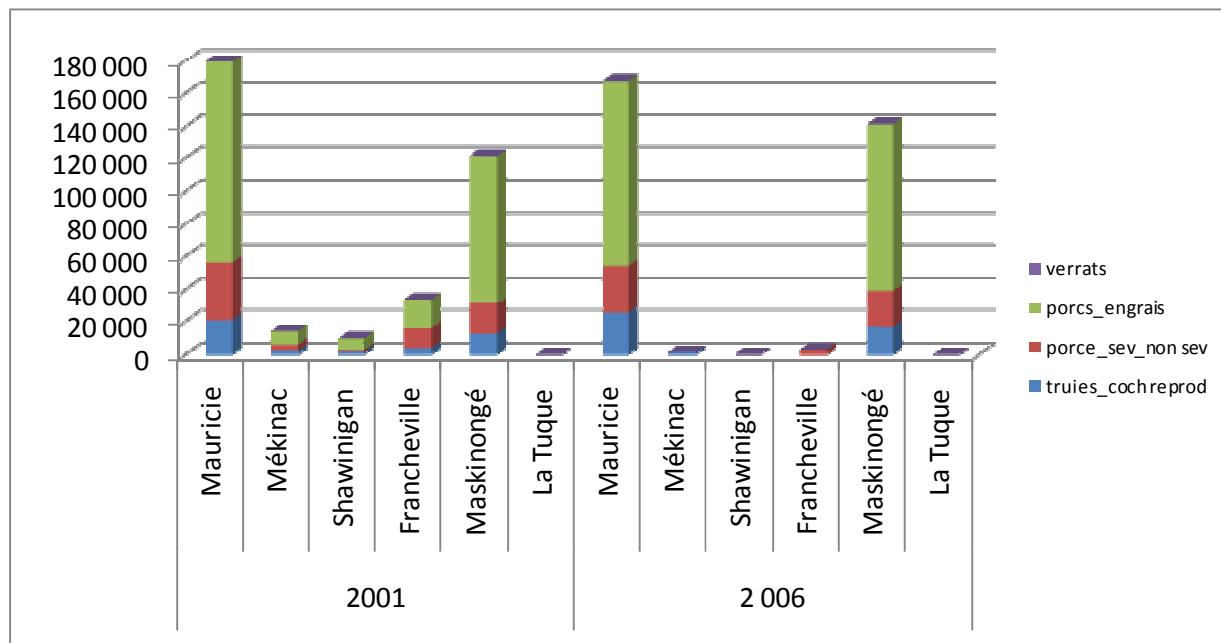
Catégorie génisses-taure confidentielle pour Shawinigan et la Tuque (2001 et 2006)

Catégorie taureaux_> 1 an confidentielle pour Shawinigan et la Tuque (2001)

Catégorie vaches_laitières confidentielle pour Shawinigan (2006), Francheville (2001) et la Tuque (2001 et 2006)

En ce qui concerne le secteur porcin, la figure 7 illustre le fait que la production de fumier est passée de 179 592 tonnes métriques à 167 688 tonnes métriques entre 2001 et 2006, soit une diminution de près de 12 000 tonnes métriques. En dépit de cette baisse, il appert toutefois que la DR Maskinongé se démarque de la tendance générale en enregistrant une hausse appréciable (+ 20 281 tonnes métriques) de la quantité de fumier produit entre 2001 et 2006. Ces mêmes tendances peuvent être observées à l'intérieur d'un découpage par MRC (annexe 2), où la production de fumier par le secteur porcin dans la MRC de Maskinongé est passée de 73 553 tonnes métriques en 2001 à 81 803 tonnes métriques en 2006, selon nos estimations.

**FIGURE 7 : RÉPARTITION PAR DR DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR PORCIN ENTRE 2001 ET 2006
(EN TONNES MÉTRIQUES)**



Catégorie verrats confidentielle pour Shawinigan et Francheville (2006)

Catégorie porcs_engrais confidentielle pour Mékinac et Francheville (2006)

Catégorie porcs_sev_non sev confidentielle pour Mékinac et Shawinigan (2006)

Catégorie truies_cochreprod confidentielle pour Shawinigan et Francheville (2006)

Sources : Statistique Canada et compilations internes.

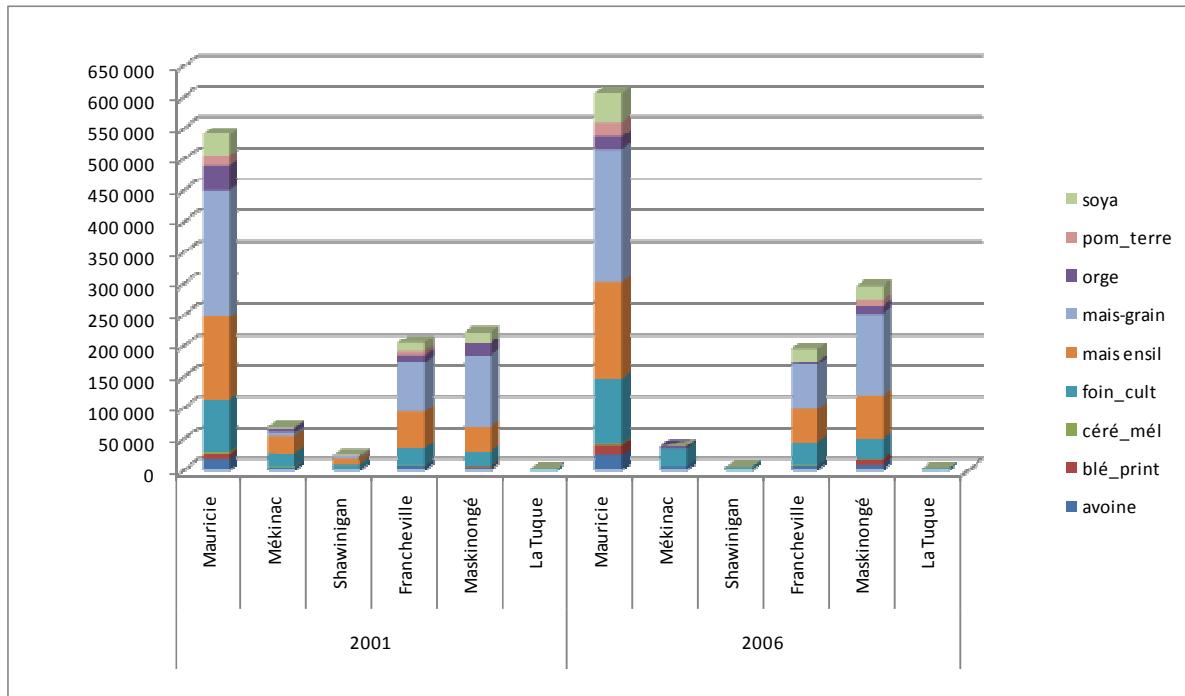
En conclusion, il ressort de cette analyse que la capacité de production de fumier a baissé en Mauricie entre 2001 et 2006. De plus, les principaux secteurs d'élevage qui ont contribué à ce fléchissement sont les secteurs bovin et laitier. Plus spécifiquement, on note que c'est la chute de l'inventaire de bouvillons et de vaches laitières qui a particulièrement affecté ces deux secteurs au niveau de la région. Par ailleurs, on observe que la quasi-totalité des catégories de bétail principalement produites en Mauricie ont affiché un recul de leur inventaire et, par le fait même, de leur production de fumier. Ainsi, seules deux catégories de bétail ont enregistré une hausse de leur production de fumier, à savoir les truies et cochettes de reproduction et les génisses et taures de boucherie. Finalement, les données chiffrées se rapportant à l'évolution de la répartition municipale de la production de fumier par les principaux secteurs d'élevage en Mauricie peuvent être consultées à l'annexe 4.

1.2.1.2. Biomasse d'origine végétale

En ce qui a trait à la production de biomasse d'origine végétale, la figure 8 indique qu'il y a eu, contrairement à la biomasse d'origine animale, une augmentation du volume produit entre 2001 et 2006. Ainsi, il appert que la capacité de production de biomasse d'origine végétale a crû de 12 % dans l'ensemble de la région de la Mauricie pour se situer à 605 985 tonnes métriques en 2006. Cette augmentation peut être observée à l'intérieur des différentes divisions de recensement (DR) à la figure 8 ou encore dans les différentes municipalités régionales de comté (MRC) à l'annexe 2.

Parmi les cultures considérées, ce sont celles du blé de printemps (+ 80 %), de la pomme de terre (+ 39 %), de l'avoine (+ 39 %) et du soya (+ 34 %) qui ont enregistré les plus fortes augmentations entre 2001 et 2006. Ces variations s'expliquent, d'une part, par une hausse des superficies ensemencées pour l'ensemble de ces cultures et, d'autre part, par une amélioration du rendement pour la pomme de terre et le soya.

FIGURE 8 : RÉPARTITION PAR DR DE LA QUANTITÉ DE BIOMASSE VÉGÉTALE PRODUITE PAR LES GRANDES CULTURES ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



Sources : Statistique Canada et compilations internes

Catégorie pom_terra confidentielle pour Mékinac (2001 et 2006), Shawinigan (2006), Francheville (2006), Maskinongé (2001) et la Tuque (2001)

Catégorie orge confidentielle pour Shawinigan (2001) et la Tuque (2001)

Catégorie céré_mél confidentielle pour Mékinac (2006), Shawinigan (2001 et 2006) et la Tuque (2001)

Catégorie blé_print confidentielle pour Mékinac (2001), Francheville (2001) et la Tuque (2001)

Suivant la même tendance, les cultures de foin, maïs-ensilage et maïs-grain qui représentent plus de 78 % de la production totale de biomasse estimée en 2006 ont également affiché des hausses respectives de 26, 16 et 6 % entre 2001 et 2006. Ces hausses sont attribuables à un renchérissement notable du rendement de ces cultures en 2006.

Toutefois, l'impact réel des cultures fourragères, telle le maïs-grain, sur le niveau de la biomasse disponible pour des fins énergétiques ne peut être évalué fidèlement sans tenir compte au préalable des besoins alimentaires du bétail. De fait, le tableau 13 présente le solde en grains de l'ensemble de la région pour les années 2001 et 2006.

Selon les données présentées dans ce tableau, on observe que pour l'ensemble de la région, l'autosuffisance en grains de blé s'est améliorée de façon significative entre 2001 et 2006, passant d'un solde négatif de 9 144 à un déficit de 2 831 tonnes métriques. De plus, la hausse importante de la

production de maïs-grain couplée à la baisse du cheptel, notamment dans le secteur porcin, a permis une nette appréciation du solde en grains dans cette production. Suivant la même tendance, le solde en grains d'avoine a presque doublé entre 2001 et 2006 pour atteindre 14 284 tonnes métriques. Néanmoins, la baisse notable du niveau de production des grains d'orge et de céréales mélangées a entraîné une baisse significative du solde en grains pour ces deux cultures qui affichent respectivement un déficit de 8 521 et 847 tonnes métriques en 2006.

TABLEAU 13 : SOLDE DES GRAINS DISPONIBLES EN 2001 ET EN 2006

	tonnes métriques	blé ¹	avoine	orge	céréales mélangées	maïs-grain	soya-moulée ²	TOTAL
MAURICIE - 2001	besoins alimentaires totaux	15 646	3 524	25 861	3 962	172 095	27 695	221 087
	production totale (grains)	6 502	12 445	27 087	3 871	135 822	n.a.	185 727
	solde (grains)	-9 144	8 921	1 226	-91	-36 273	n.a.	-35 360
MAURICIE - 2006	besoins alimentaires totaux	14 504	2 972	21 805	3 246	151 126	25 395	193 653
	production totale (grains)	11 673	17 256	13 284	2 399	143 428	n.a.	188 040
	solde (grains)	-2 831	14 284	-8 521	-847	-7 698	n.a.	-5 613

Sources : Statistique Canada et compilations internes.

n.a. = non applicable

¹ La production ne comprend que le blé de printemps.

² La consommation en moulée de soya ne peut être déduite de la production de soya car la majeure partie de la production est exportée et que les animaux consomment davantage le tourteau de soya.

Globalement, il reste que la Mauricie a connu une nette appréciation de son niveau d'autosuffisance en grains. En effet, elle a réduit son solde négatif de plus de 84 % entre 2001 et 2006, passant d'un statut déficitaire de 35 360 à seulement 5 613 tonnes métriques. Nonobstant, le fait que ce solde soit négatif diminue fortement le potentiel de production de grains (céréales et oléagineux) pour la production de biocarburants.

Finalement, malgré les limites que posent cette évaluation, notamment en ce qui a trait à l'estimation de la consommation animale et du nombre limité de cultures ayant été comptabilisées, il reste qu'elle s'avère fidèle à la tendance observée dans l'ensemble de la région. En effet, les données présentées dans l'annexe 6 montrent qu'il y a eu un accroissement des superficies mises en culture d'environ 32 % entre 2001 et 2006.

Bien que nous ayons estimé le potentiel de production de biomasse forestière résiduelle à environ 15 769 tonnes métriques anhydres (tma) par année, il se peut que cette quantité soit beaucoup plus

importante en réalité. D'ailleurs, le volume total de biomasse résiduelle non-récoltée pourrait s'élever à plus de 150 000 mcs ($\pm 117 000$ tma)⁴. Par contre, la quantité exacte de résidus qui pourront être récoltés de manière à ne pas engendrer de déficiences au niveau de la fertilité du sol ni de problèmes d'érosion, en fonction des caractéristiques pédologiques des forêts privées de la Mauricie, reste à déterminer. Il semble donc nécessaire d'effectuer un inventaire plus poussé de la biomasse forestière résiduelle dans la région avant de pouvoir estimer la quantité réellement disponible pour les filières agro-énergétiques. D'ailleurs, quatre coopératives de la région du Bas-Saint-Laurent ont récemment annoncé qu'elles allaient de l'avant avec la réalisation d'une étude qui effectuera un tel inventaire auprès des producteurs de bois de cette région. Le coût de cette étude s'élèverait à 200 000 \$. À défaut de données plus concrètes, le potentiel de production d'énergie à partir de la biomasse forestière résiduelle à la section suivante s'effectuera sur la base de notre calcul théorique qui évalue à environ 15 769 tma la disponibilité annuelle de ces matières à l'intérieur de la région de la Mauricie.

⁴ Selon des données fournis par la confédération de l'UPA. Information obtenu de la part de Patrick Lupien du Syndicat des producteurs de bois de la Mauricie, communication personnelle.

2. CHAPITRE 2 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIE À PARTIR DE LA BIOMASSE AGRICOLE EN MAURICIE

La section précédente a permis, d'une part, de mieux cerner l'évolution de la production de biomasse animale et végétale et, d'autre part, d'identifier les principaux pôles de production sur le territoire de la Mauricie. Toutefois, l'importance à accorder à de telles sources d'énergie demeure intrinsèquement liée au taux de concentration des bio-composés qu'ils contiennent, puisque ce sont précisément ces derniers qui constituent l'élément catalyseur du processus de production agro-énergétique.

Pour le secteur énergétique, les différentes matières organiques qui constituent la biomasse peuvent être utilisées soit directement (ex : bois de chauffage), suite à une légère transformation (ex : granules de biomasse végétale), ou encore après une méthanisation de la matière organique (biogaz) ou différentes transformations chimiques (biocarburants). Cela dit, les différentes sources de biomasse (animales et végétales) produites par le secteur agricole peuvent servir à la production d'énergie par le biais de différents bioprocédés, en l'occurrence la combustion, la gazéification, la pyrolyse, la fermentation, la transestérification ou la digestion anaérobiose (Ressources naturelles Canada, 2006).

Cette section cherche à définir le potentiel que représentent en termes de production d'énergie, les différents types de biomasse agricole disponibles en Mauricie. Ainsi, différentes sous-sections présentent les éléments de la méthodologie retenue pour estimer ce potentiel. Dans un premier temps, une analyse qualitative compare les diverses sources de biomasse agricole disponibles en Mauricie quant à leur teneur en bio-composés. Dans un deuxième temps, les bioprocédés et diverses technologies qui permettent de valoriser les bio-composés de la biomasse agricole sous différentes formes sont présentés. De ceci, découlent les calculs théoriques qui sont utilisés pour estimer les volumes potentiels de production de biocarburants et de biogaz en Mauricie. Finalement, les résultats de notre analyse sont détaillés.

2.1. Caractéristiques essentielles des bio-composés issus de la biomasse

En ce qui concerne l'activité agricole, les principaux bio-composés pouvant servir à la production d'énergie sont au nombre de cinq : le méthane et les corps gras pour la biomasse d'origine animale, ainsi que les sucres, les acides gras et les composés ligneux pour la biomasse d'origine végétale. Essentiellement, deux principaux facteurs influencent le taux de concentration de ces bio-composés, à savoir les bioprocédés à l'origine de leur production et la source de biomasse dont ils sont extraits, en l'occurrence les différentes catégories de bétail et les divers types de culture.

2.1.1 *Le Méthane*

Concernant la production de méthane, la figure 14 montre qu'au niveau des principales catégories d'animaux d'élevage, ce sont particulièrement les vaches laitières qui enregistrent le coefficient d'émissions de méthane le plus élevé, soit 29,7 kg de CH₄/tête/an. Ainsi, le fumier des vaches laitières est celui qui contient les plus fortes concentrations de méthane. Or les résultats présentés dans la section 1.2.1.1 montrent que le cheptel de vaches laitières a sensiblement baissé dans l'ensemble de la région. Il s'ensuit donc que cette variation négative du cheptel animal affecte particulièrement le potentiel de production agro-énergétique de la région.

TABLEAU 14 : COEFFICIENTS D'ÉMISSION DE MÉTHANE (EN KG CH₄/TÊTE/AN) EN 2005

SECTEUR	CATÉGORIE	Gestion des fumiers CE _(GF) ¹
Laitier	Vaches laitières ²	29,7
	Génisses laitières ³	15,4
Bovin³	Taureaux	3,2
	Vaches de boucherie	3,5
	Génisses de boucherie	2,8
	Génisses destinées à l'abattage	1,8
	Bouvillons	2
	Veaux	1,1
Porcin⁴	Verrats	6,4
	Truies	6,3
	Porcs <20 kg	1,8
	Porcs 20-60 kg	5,1
	Porcs >60 kg	7,9
Volaille	Poulets	0,03
	Poules	0,03
	Dindons	0,08
Autres⁴	Moutons	0,3
	Agneaux	0,2
	Chèvres	0,3
	Chevaux	2,3
	Bisons	2

Source : Environnement Canada.

¹ Coefficients d'émission calculés à partir de Marinier et al. (2004), avec modifications selon les Recommandations du GIEC (2000).

² Les coefficients d'émission relatifs aux vaches laitières sont calculés à partir de Boadi et al. (2004) pour la fermentation entérique et de Marinier et al. (2004) pour la gestion du fumier, selon les Recommandations du GIEC (2000) et du GIEC (2006), avec modifications.

³ Coefficients d'émission calculés à partir de Boadi et al. (2004) selon les Recommandations du GIEC (2000).

⁴ Coefficients d'émission par défaut du niveau 1 du GIEC (GIEC/OCDE/AIE, 1997).

Ce que l'on dénomme « biogaz », combustible issu de la méthanisation, renferme en fait de 50 à 75 % de méthane (CH₄), ainsi que 25 à 45 % de dioxyde de carbone (CO₂) et quelques autres éléments (hydrogène, oxygène, ammoniac, azote, etc.). Ce gaz peut essentiellement être valorisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Bien que les fumiers puissent servir d'intrants à la production de biogaz à cause de leur teneur élevée en méthane et en protoxyde d'azote, d'autres matières organiques riches en lipides ou en

sucres telles, que les cultures commerciales (ex : maïs ensilage), les déchets domestiques et les gras (résidus d'usines agroalimentaires ou d'abattoirs), peuvent également servir à produire du biogaz. Pour le procédé de méthanisation, certaines de ces autres matières présentent un potentiel plus intéressant que les fumiers du fait que la production de biogaz (en m³/tonne de matière première) s'avère plus élevée, tel que démontré par le tableau 15.

TABLEAU 15 : PRODUCTION DE BIOGAZ SELON LES MATIÈRES PREMIÈRES

Matière première	Matière sèche	Production de biogaz (m ³ /t de matière fraîche)
Lisier de porc	6 %	16 – 23
Lisier de bovin	8 %	13 – 32
Fumier de volailles	24 %	61 – 112
Déchets domestiques	20 %	126
Foin (ensilage)	30 %	145
Maïs (ensilage)	30 %	197
Gras	25 %	238

Source : Fischer, 2007 dans CRAAQ, 2008a.

2.1.2. Les graisses et huiles animales

Ces bio-composés sont contenus, d'une part, dans les boues issues de l'abattage et de la découpe de viandes et, d'autre part, dans les carcasses d'animaux morts à la ferme. Du fait que ces boues soient pour l'instant destinées à l'enfouissement, au compostage et à la valorisation agricole (amendements, fertilisants), elles présentent un intérêt certain pour la production d'énergie. En fait, la production de biodiesel, de biogaz, ainsi que la production simultanée d'huile, de gaz, de charbon et de minéraux constituent les trois principales opportunités de valorisation. Cependant, le potentiel agro-énergétique des graisses et huiles animales au sein de la région de la Mauricie n'a pas été estimé dans le cadre du présent mandat, car il n'existe actuellement pas de statistiques publiques quant au niveau de production de ces bio-composés. De plus, comme il a été mentionné à la section 1.2.1, les débouchés offerts sont davantage susceptibles d'être mis à profit par la filière industrielle plutôt que par la filière agricole.

Selon une étude de préfaisabilité présentée au Fonds de développement de la transformation alimentaire (FDTA), la production de biodiesel à partir des corps gras contenus dans ces matières constitue l'option à privilégier (Gagnon et al., 2005). En effet, la production de biodiesel apporte une valeur ajoutée plus élevée que les autres produits pouvant être générés à partir de ces matières. Par contre, certains autres bio-

composés que contiennent ces matières, tels que les protéines, ne sont pas valorisés avec la production de biodiesel.

2.1.3. Les sucres

En ce qui a trait aux filières végétales, les sucres comptent parmi les principaux bio-composés transformés pour des fins de production énergétique. En Europe comme en Amérique du Sud, le sucre extrait des plantes pour la production d'énergie provient des plantes sucrières, notamment la betterave à sucre et la canne à sucre. En Amérique du Nord, cette source d'énergie est plutôt tirée des plantes amylacées, en l'occurrence celles qui ont de fortes concentrations d'amidon, telles le maïs et le blé. Toutefois, ces cultures se caractérisent par leurs besoins élevés en fertilisants. De fait, il y aurait donc là un intérêt certain à favoriser l'implantation de nouvelles cultures plus écologiques et renfermant de surcroît un potentiel de conversion énergétique supérieur. À cet égard, certaines cultures tel que le panic érigé constituent des alternatives intéressantes dans la mesure où elles s'avèrent moins exigeantes en fertilisants et possèdent des capacités d'adaptation hors pair à des climats relativement rudes et à divers types de sols, y compris les moins productifs (CEPAF, 2007). L'évaluation du potentiel de production pour ce type de culture est difficilement quantifiable car il sera surtout déterminé par le développement de marchés.

Par ailleurs, la prise en considération de telles cultures revêt un intérêt encore plus grand dans un contexte où le manque de disponibilité des terres et l'augmentation des revenus tirés de la culture du maïs contribuent à l'inflation du prix des terres. De fait, ces cultures pourraient être implantées sur les terres en friches de la région. À ce titre, les terres agricoles mises en jachère pourraient ainsi être mises à profit, puisqu'elles ne sont présentement pas valorisées.

2.1.4. Les acides gras

Outre les sucres, les acides gras constituent également des bio-composés prisés pour leur potentiel énergétique. Ils incluent la catégorie des acides linoléiques conjugués ainsi que celle des acides gras totaux. Cette dernière catégorie représente de 1 à 3% de la matière sèche des végétaux et est composée dans une proportion de 60 à 80 % d'acide linolénique (C18 : 3, communément appelé oméga-3) et d'acide linoléique (C18 : 2, communément appelé oméga-6).

Les cultures qui contiennent le plus d'acides gras sont inévitablement les oléo-protéagineuses, communément appelées grains oléagineux. Le soya et le canola sont les deux principales cultures de ce type qui sont cultivées au Québec. L'annexe 5 démontre qu'en 2006, le soya a occupé 16 % des superficies dédiées aux principales cultures commerciales en Mauricie, ce qui laisse entrevoir que cette culture présente un meilleur potentiel de production que le canola. Pour l'instant, cette dernière est

considérée comme une culture relativement marginale dans la région. En effet, le canola a occupé 0,4 % des superficies en 2006. De ceci, 84,9 % de ces superficies sont situées dans la MRC de Maskinongé et 48,4 % se retrouve sur le territoire de la municipalité de Saint-Paulin. Bien que la mise en valeur de ces cultures soit une option à considérer pour les filières agro-énergétiques, le prix élevé de ces denrées sur les marchés compromettent à l'heure actuelle la rentabilité liée à la valorisation de ces sources de biomasse à des fins énergétiques.

Une étude menée sur douze espèces fourragères incluant huit graminées et quatre légumineuses, pour un total de 34 cultivars récoltés au stade début épiaison des graminées et au stade 10 % en fleurs des légumineuses, donne un aperçu de la concentration en acides gras totaux de certaines plantes fourragères couramment cultivées au Québec (A.-M. Ouellet et al., 2006). En ce qui concerne les graminées, il apparaît que le ray-grass annuel et la fétuque des prés enregistrent les plus grandes teneurs en acides gras totaux (entre 22 et 30 mg/g de matière sèche), alors que le brome des prés contient les plus faibles teneurs (entre 15 et 17 mg/g de matière sèche). Au chapitre des légumineuses, il appert que ce sont les cultures du trèfle blanc et du lotier corniculé qui affichent les plus fortes concentrations (entre 24 et 30 mg/g de matière sèche), tandis que la luzerne contient les plus faibles (entre 15 et 17 mg/g de matière sèche).

En Mauricie, les données de l'annexe 5 indiquent que ces cultures, dont la luzerne est la plus répandue, représentaient moins de 21 % des superficies totales ensemencées en 2006. De fait, il apparaît que la mise en valeur de telles cultures devrait être une option à considérer afin d'accroître sensiblement le potentiel énergétique des filières végétales au sein de la région.

2.1.5. Les composés ligneux

Cette dernière catégorie de bio-composés se distingue des précédentes par le fait que son utilisation pour des fins énergétiques est relativement récente. En effet, la technologie permettant d'incorporer ces composés est encore en développement. Cette nouvelle technologie, associée à la production de biocarburants dits «de troisième génération», représente toutefois un intérêt certain dans la mesure où elle offre la possibilité d'utiliser toutes les parties de la plante, c'est-à-dire les parties énergétiques et les parties comprenant de la lignine, telles les tiges.

Au Québec, hormis le panic érigé, d'autres espèces de graminées vivaces géantes présentent également un attrait pour l'agro-énergie, notamment l'alpiste roseau, (*Phalaris arundinacea*, Reed canary grass), l'agropyre intermédiaire (*Agropyron intermedium*), le miscanthus (Elephant grass), la spartine (*Spartina pectinata*), la barbe de Gérard (*Andropogon gerardii*, Big blue stem) et le phragmite. Bien que la plupart d'entre elles aient fait l'objet d'essais à travers la province, les deux dernières espèces mentionnées

précédemment n'ont toutefois pas encore été testées au Québec. Il n'en demeure pas moins que le phragmite offre un potentiel fort appréciable dans la mesure où il fait figure de plante très envahissante répandue surtout en bordure des autoroutes (CEPAF, 2007).

En définitive, il ressort de la présente analyse que la Mauricie détient un potentiel de production de biomasse d'origine animale inférieur à celui que représente la biomasse de source végétale, dans la mesure où la région a connu une baisse significative de son cheptel animal, lorsqu'on compare les deux années de recensement 2001 et 2006, tandis que les possibilités de production et de diversification de la biomasse issue des filières végétales offrent un potentiel relativement vaste.

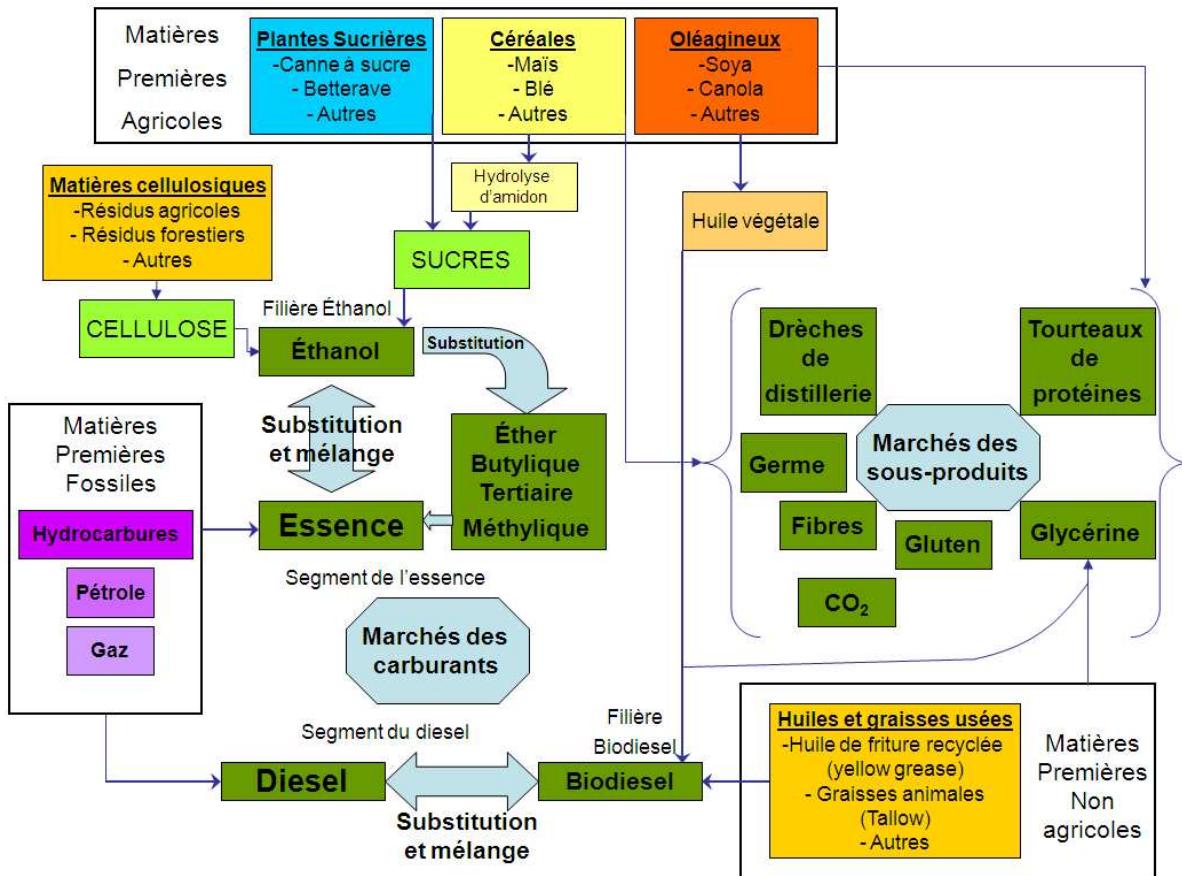
2.2. Bioprocédés et technologies pour la valorisation de la biomasse agricole

Cette section présente de manière sommaire les aspects techniques des diverses technologies qui permettent de valoriser les bio-composés de la biomasse agricole pour la production de biocarburants (éthanol et biodiesel) et de biogaz. D'évidence, certains bio-composés peuvent être valorisés par plus d'une technologie. Par exemple, les corps gras provenant de cultures commerciales, telles que le soya, peuvent servir à la production de biodiesel ou encore à la production de biogaz par le procédé de gazéification. Ainsi, les technologies qui domineront le développement futur de la valorisation de la biomasse en Mauricie seront essentiellement déterminées par les éléments technico-économiques et financiers associés à chacune des technologies disponibles. Ces éléments sont donc aussi évoqués tout au long de cette section.

2.2.1. Production de biocarburants

Deux filières industrielles distinctes constituent le secteur des biocarburants, soit celle de l'alcool éthylique ou de l'éthanol (C_2H_6O) et celle du biogazole ou du biodiesel (ester éthylique ou ester méthylique). La figure 9 établit le portrait de ces deux filières et met en perspective les différents marchés sur lesquels elles interviennent. Il est possible de constater que les biocarburants peuvent être produits à partir de plusieurs types de matières premières agricoles, dont certaines céréales et grains oléagineux, ainsi que certains résidus de culture. Par ailleurs, l'utilisation d'un éventail plus élargi de matières premières, incluant les matières ligno-cellulosiques et les résidus forestiers, présente pour l'instant des obstacles qui sont essentiellement de nature technologique. De prime abord, la disponibilité de ces matières premières ne semblerait pas être un obstacle à l'implantation de cette production au Québec, mais les différents maillons de la chaîne d'approvisionnement restent à définir. En fait, il est probable que l'industrie actuelle constitue un premier pas vers le développement d'une industrie basée sur l'utilisation (et, par conséquent, le recyclage) des résidus municipaux et industriels, en plus des matières premières de nature agricole.

FIGURE 9 : INTERACTION DES DIFFÉRENTES FILIÈRES DES BIOCARBURANTS



Source : ÉcoRessources Consultants.

2.2.1.1. Éthanol

L'éthanol est un alcool éthylique produit par la fermentation de sucres suivie d'une distillation. Tel que le démontre la figure 9, les sucres utilisés pour la fabrication de ce biocarburant peuvent d'emblée provenir de plusieurs sources. Généralement, ils proviennent de matières premières agricoles qui sont soit riches en sucre (canne à sucre, betterave à sucre, etc.) ou en amidon (maïs ou autres céréales). De fait, l'éthanol spécifiquement produit à partir de ces matières premières porte l'étiquette de biocarburant de « première génération », du fait que le procédé de fabrication est largement semblable à la fabrication d'alcool de bouche, consommé par l'être humain depuis fort longtemps. À l'opposé, l'éthanol dit de « deuxième génération », est produit avec des technologies qui permettent de convertir plusieurs autres formes de biomasse (bois, paille, etc.) en combustible liquide. Les sous-sections subséquentes décrivent ces

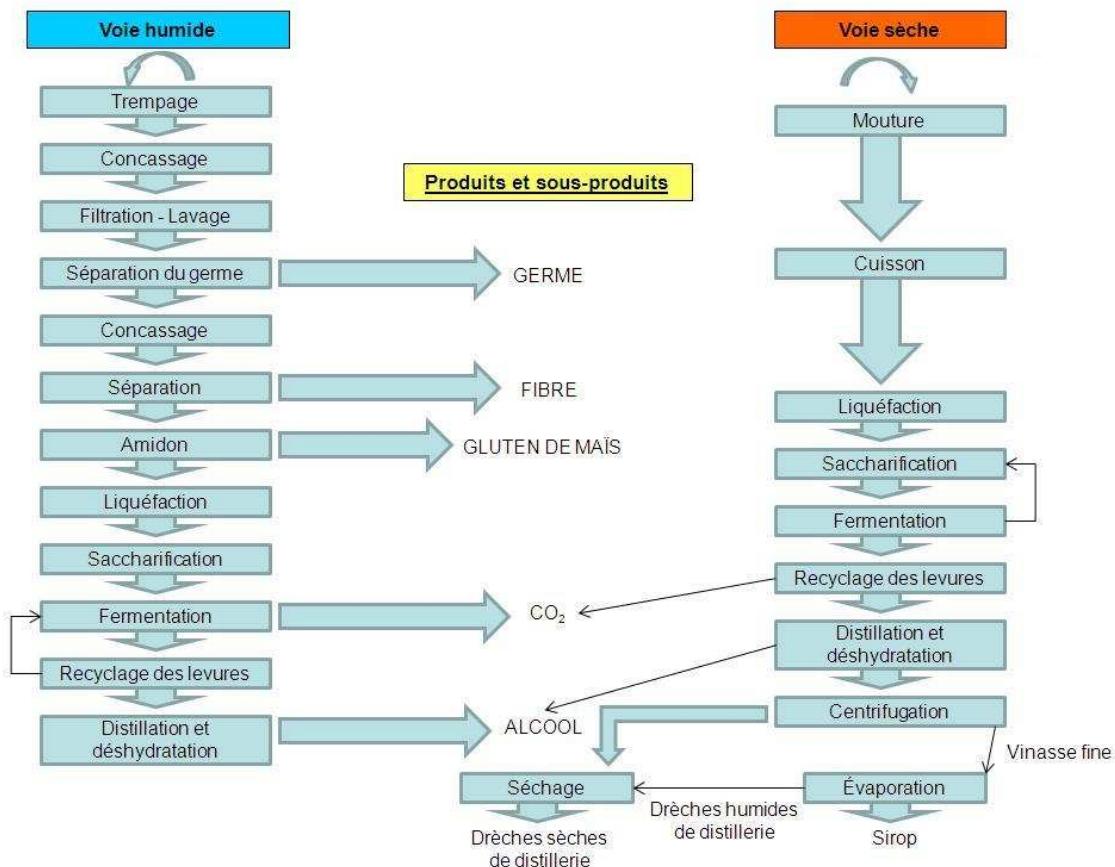
différents procédés technologiques de manière à mieux comprendre les opportunités qu'offre chacune d'entre elle pour la production d'éthanol en Mauricie.

Technologies de première génération

Les sucres fermentables qui peuvent servir à la fabrication d'éthanol peuvent provenir du liquide sucré extrait de différentes cultures sucrières, ou de l'hydrolyse de l'amidon contenu dans différents grains. Au Québec, plusieurs facteurs météorologiques, agronomiques et économiques font en sorte que la production d'éthanol à partir de maïs-grain constitue la méthode la plus réalisable, du point de vue technologique et économique, à court et moyen termes.

Pour mener à terme le processus de fermentation, trois éléments sont nécessaires, soit le sucre, l'eau et la levure. Physiquement, ce processus peut se faire en lot ou en continu. Par ailleurs, la conversion de l'amidon peut être combinée pour en faire un procédé appelé Saccharification et Fermentation Simultanées (SFS) ou un procédé séparé appelé procédé d'Hydrolyse et Fermentation Séparées (HFS). Le procédé de saccharification et fermentation simultanées a l'avantage de réduire les exigences en matière d'énergie et en coût d'investissement (TDDV, 2006). Deux procédés sont communément utilisés pour la fabrication d'éthanol à partir du grain, soit le procédé par voie humide (*wet milling*) et le procédé par voie sèche (*dry milling*). La figure 10 dresse un portrait comparatif de ces deux procédés.

FIGURE 10 : DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE PREMIÈRE GÉNÉRATION POUR LA PRODUCTION D'ÉTHANOL



Source : U.S. Department of Energy, National Biobased Products and Bioenergy Coordination Office,
http://www.brdisolutions.com/pdfs/drymill_ethanol_industry.pdf, traduit par ÉcoRessources Consultants.

Le procédé par voie humide s'appelle ainsi du fait que le grain est d'abord trempé dans de l'eau acidifiée afin de séparer l'amidon des autres composés. Le principal avantage de ce procédé est qu'il donne lieu à un plus grand nombre de sous-produits par l'entremise de la séparation du germe, de la fibre et du gluten. Une entreprise profite ainsi d'une offre diversifiée sur les marchés des sous-produits et détient la possibilité d'ajuster cette offre suite à des changements de prix sur un ou plusieurs de ces différents marchés. Par contre, le procédé par voie humide est légèrement moins efficace sur le plan technique (transformation des sucres en éthanol) que le procédé par voie sèche et nécessite un plus grand investissement en capital.

De son côté, le procédé par voie sèche implique le broyage du grain complet en une fine poudre (mouture), qui est ensuite mélangée à de l'eau pour sa liquéfaction. Des enzymes sont ensuite ajoutées

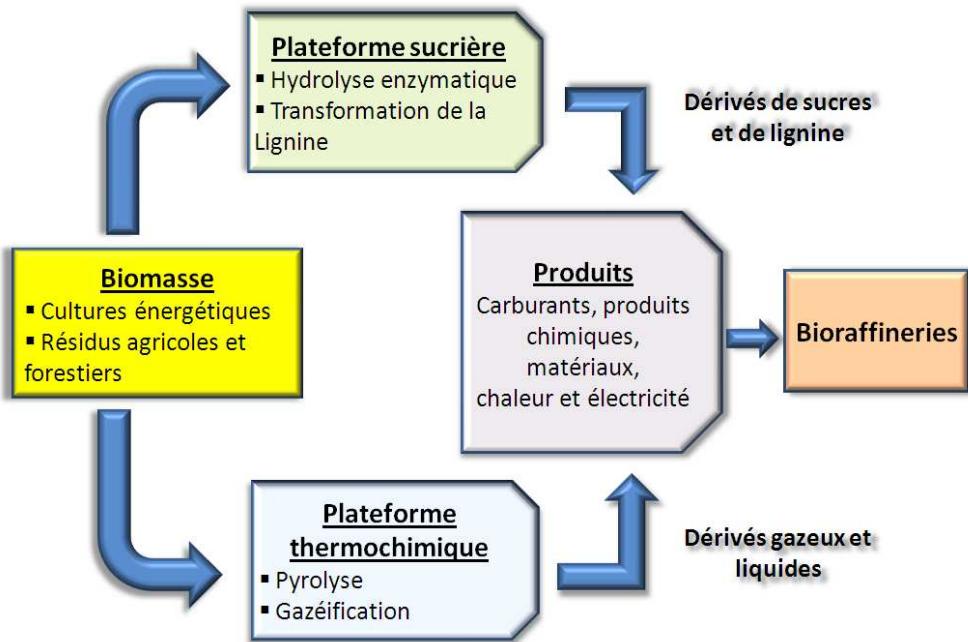
pour convertir l'amidon en sucre (dextrose). Par la suite, le liquide est fermenté jusqu'à ce qu'il contienne environ 10 % d'alcool. Cet alcool est séparé des autres éléments non fermentescibles et distillé pour produire de l'éthanol pur (concentration de 96 % d'alcool en volume).

Le procédé par voie sèche produit essentiellement de l'éthanol, des drèches de distillerie et du dioxyde de carbone. D'ailleurs, les sous-produits sont rendus disponibles sous des formes qui simplifient grandement leur commercialisation (Whims, 2002). Ainsi, les avantages au niveau des coûts fixes et du rendement en éthanol par unité de maïs font en sorte que le procédé par voie sèche est maintenant préconisé dans le développement de la production d'éthanol à partir de grains. À l'heure actuelle, 67 % de la production d'éthanol à partir de grains aux États-Unis est effectuée par le procédé de la voie sèche, et toutes les usines présentement en développement sont conçues pour l'adoption de ce même procédé (Richardson et al., 2006).

Technologies de deuxième et de troisième génération

À l'heure actuelle, le développement de ces technologies se fonde par l'entremise de deux voies, que l'on appelle également des plateformes technologiques. La figure 11 schématise ces différentes possibilités.

FIGURE 11 : PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES POUR LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION



Source: Traduit de Bruce, 2007.

La première de ces plateformes technologiques implique d'utiliser des enzymes capables d'hydrolyser la cellulose, i.e. le glucide qui est l'un des principaux constituants des végétaux. Ce procédé a comme objectif général d'améliorer l'accessibilité de la cellulose. Par la suite, ces sucres peuvent servir à la fabrication d'éthanol « cellulosique » par des procédés traditionnels de fermentation et de distillation. Cependant, la cellulose est intimement liée à la lignine, l'autre principal constituant des végétaux, ce qui pose un défi considérable d'un point de vue technologique. Ainsi, plusieurs étapes complexes font partie du procédé, notamment :

- Le traitement de la biomasse à l'aide de solvants (Organosolvants) pour extraire la lignine et rendre la cellulose plus disponible;
- La séparation de la lignine par hydrolyse en cellulose et en hémicellulose (hydrolyse bioéthanol-solvant). L'hydrolyse se définit comme étant la décomposition chimique par l'eau. Dans ce cas-ci, le but est d'hydrolyser les molécules de glucose simples. Or, la cellulose est beaucoup plus complexe à hydrolyser que l'amidon en raison des liaisons chimiques plus solides entre les monomères de glucose de la cellulose. De plus, la cellulose forme des cristaux qui bloquent le passage de l'acide ou des enzymes;
- Le broyage suivi d'un traitement à température et pression élevées pendant une brève période dans un réacteur de vapocraquage. Le vapocraquage est catalysé par un acide au moyen d'une hydrolyse enzymatique;
- La décrystallisation de la cellulose à l'aide d'un acide concentré;
- La fermentation des sucres en éthanol.

Source : TDDC, 2006

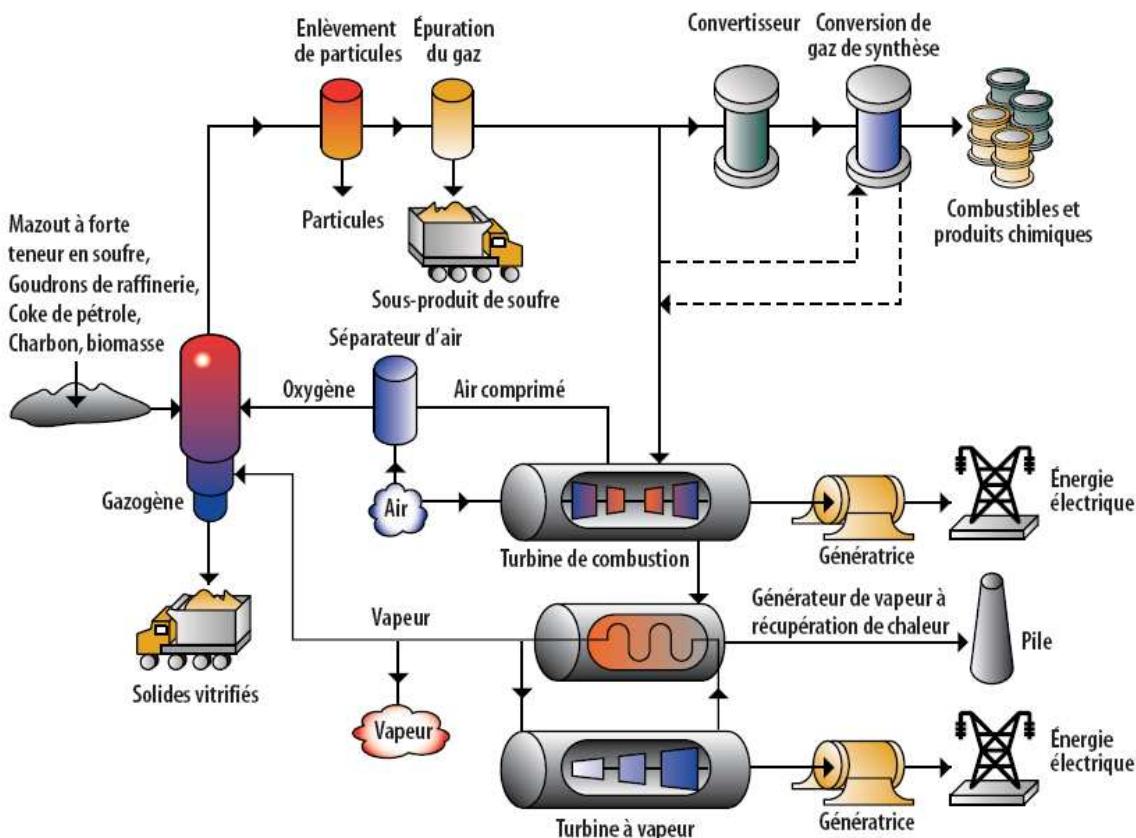
Le principal sous-produit issu de la conversion des matières ligno-cellulosiques en éthanol est d'évidence la lignine, qui représenterait environ 25 % de la matière première. Détenant un pouvoir calorifique important, elle peut être brûlée pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Aussi, si elle est adéquatement isolée, la lignine peut être utilisée dans la fabrication de produits industriels, notamment comme agent dispersant dans des mélanges de béton. De tels débouchés, ainsi que la création d'un marché pour ce sous-produit, permet d'apporter une valeur ajoutée et de mieux rentabiliser le procédé.

L'entreprise canadienne Iogen et quelques autres entreprises internationales (ex : Broin Co. aux États-Unis), ainsi que deux universités suédoises (Usine pilote d'Örnsköldsvik) entameraient actuellement la construction d'unités de production d'éthanol cellulosique de taille industrielle. En réalité, bien qu'elle fasse l'objet d'intenses recherches dans le monde entier, la voie enzymatique est une plateforme technologique qui utilise un procédé qui demeure, pour l'instant, très coûteux. De ce fait, une usine de

taille commerciale qui utiliserait ce type de technologie devrait être en mesure de transformer un volume important de matières premières (environ 700 000 tonnes métriques sur base sèche), de manière à rentabiliser les installations. De plus, cette technologie de deuxième génération exigerait que les matières premières utilisées soient relativement uniformes et qu'un approvisionnement constant de ces matières premières soit assuré.

La deuxième plateforme technologique qui permet la production de biocarburants à partir de matières ligno-cellulosiques découle de la voie thermochimique. Cette voie implique d'abord la mise en application d'un procédé de gazéification des matières premières. De ce fait, les technologies catégorisées dans la voie thermochimique (gazéification) sont également dénommées comme étant de « troisième génération ». Plus précisément, il existe quatre types de procédés de gazéification : procédé à lit fixe, à lit fluidisé, à lit entraîné et au plasma. De manière générale, le procédé s'effectue dans un environnement où l'oxygène est contrôlé (30 %), où différentes matières premières (ex : charbon ou biomasse) sont soumises à de hautes températures, convertissant ces matériaux carbonés en monoxyde de carbone (CO) et en hydrogène (H₂). Le gaz qui découle de ce procédé est appelé gaz de synthèse, ou de biosynthèse s'il est tiré de la biomasse. Comme le démontre la figure 12, qui schématise l'ensemble du procédé, le gaz de biosynthèse peut servir à trois groupes de débouchés, soit comme combustible pour produire de l'électricité ou de la vapeur, comme combustible gazeux ou liquide (biocarburants pour le transport), ou comme composant chimique de base pour une variété d'utilisations dont la fabrication d'engrais. Pour ce qui est du débouché en tant que combustible pour le transport, un traitement supplémentaire de catalyse convertit le gaz en carburant liquide (TDDC, 2006).

FIGURE 12 : PROCÉDÉ SIMPLIFIÉ DE GAZÉIFICATION



Source : Conseil des technologies de gazéification, dans TDDC, 2006.

L'épuration du gaz de synthèse représente un des plus importants défis techniques de la plateforme thermochimique. En effet, l'épuration du gaz permet de protéger l'équipement catalytique de traitement du gaz utilisé dans la fabrication de biocarburants. Par ailleurs, le principal avantage des technologies de gazéification est qu'elles permettent de convertir une large panoplie de matières premières incluant les matières résiduelles et les déchets. Le tableau 16 synthétise la provenance et la nature d'un grand nombre des matières premières possibles pour ce type de transformation. Du même coup, l'utilisation de matières premières autrement laisser pour compte et auxquelles aucune valeur économique n'est attribuée, permet de réduire considérablement les coûts de production. De plus, de nouvelles percées technologiques pour la séparation des gaz et la production d'alcools en phase liquide offrent la possibilité de réduire davantage les coûts de production de ce procédé et donne lieu à de plus grandes efficacités énergétiques (TDDC, 2006).

Quelques compagnies à travers le monde développent les technologies qui permettent de produire du biocarburant à partir du procédé de gazéification. D'ailleurs, la chaire de recherche industrielle sur

l'éthanol cellulosique de l'Université de Sherbrooke, en partenariat avec Énerkem, CRB Innovations, Kruger, Ultramar et Éthanol Greenfield, a implanté deux usines de démonstration de production d'éthanol utilisant la gazéification comme procédé de base. Ces usines fonctionneront à partir de matières résiduelles urbaines, ainsi qu'à partir de matières résiduelles forestières et agricoles (Gouvernement du Québec, 2007). De plus, les technologies permettant de catalyser le gaz de synthèse en carburant liquide sont également développées par Changing World Technologies dans l'état de New-York, EnerTech Environmental Inc en Géorgie et Biofuel B.V. aux Pays Bas.

TABLEAU 16 : TYPES DE BIOMASSES POSSIBLES COMME INTRANTS À LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION

Secteur	Regroupement de la biomasse	Exemples
Foresterie	Résidus de coupe	Cimes, branches, bois de rebut, rémanents, souches
	Foresterie environnementale	Provenant de plantations, d'émondage, d'éclaircissement
	Cultures énergétiques	Essences forestières non commerciales, arbres inférieurs, broussailles, broussailles d'amélioration des peuplements et des défrichements
	Foresterie urbaine	Émondages, éclaircissements, prélevements, aménagement paysager par les municipalités, services publics, promoteurs immobiliers
Exploitation agricole, agriculture	Résidus de récolte	Tiges, paille, paillettes, canne, balles, branches
	Cultures énergétiques	Cultures spéciales, panic raide, topinambour, kochia
		Graines d'huile végétale pour le biodiesel, canola, soja, moutarde, lin
		Sucre et amidons pour les alcools, betteraves à sucre, maïs, grains céréaliers
	Engrais de ferme	Graines usées inappropriées pour la transformation des aliments, toutes les cultures d'amidons et de graines oléagineuses
Déchets/résidus de l'industrie des produits de foresterie		Engrais et litière, bovins, cochons, poulets, poissons, animaux marins, etc., pour la digestion anaérobiose, la pyrolyse ou la gazéification
	Animaux morts	
Industrie des aliments et des boissons	Pâtes et papiers	Écorce, débris d'aires de tri
		Boues
	Industries des produits de bois	Écorce, sciure, copeaux, sciure de ponçage, bois de rebut, résidus d'ébranchage-façonnage, ébouettes, petites ébouettes, coursons
Déchets industriels, commerciaux et institutionnels	Traitement des cultures	Tiges, paille, paillettes, canne, balles, branches, etc., si livrés à l'entreprise de transformation
		Graines, noyaux, trognons, écorces, enveloppes, peaux
		Pulpe, boues, saumure, eau de lavage, produits chimiques, solvants, dégagements gazeux
	Traitement des résidus d'animaux	Dépouille, peaux, os, sang, graisse, fonte des graisses, suif, fourrure, plumes, coquilles, écailles
Municipalité		Saumure, eau de lavage, solvants, dégagements gazeux
		Comprend toutes les industries de produits forestiers et alimentaires décrites ci-dessus
		Résidus de construction et de démolition
Organismes spéciaux		Papiers, plastiques, meubles, aliments, déchets de fabrication
	Déchets solides municipaux	Ordures ménagères
	Déchets organiques municipaux	Putréfaction, aliments, jardinage
	Eaux usées	Eaux usées, boues d'épuration
Organismes spéciaux		Boues résiduelles activées
		Algues, bactéries, E.Coli, micro-organismes

Source : TDDC, 2006

2.2.1.2. Biodiesel

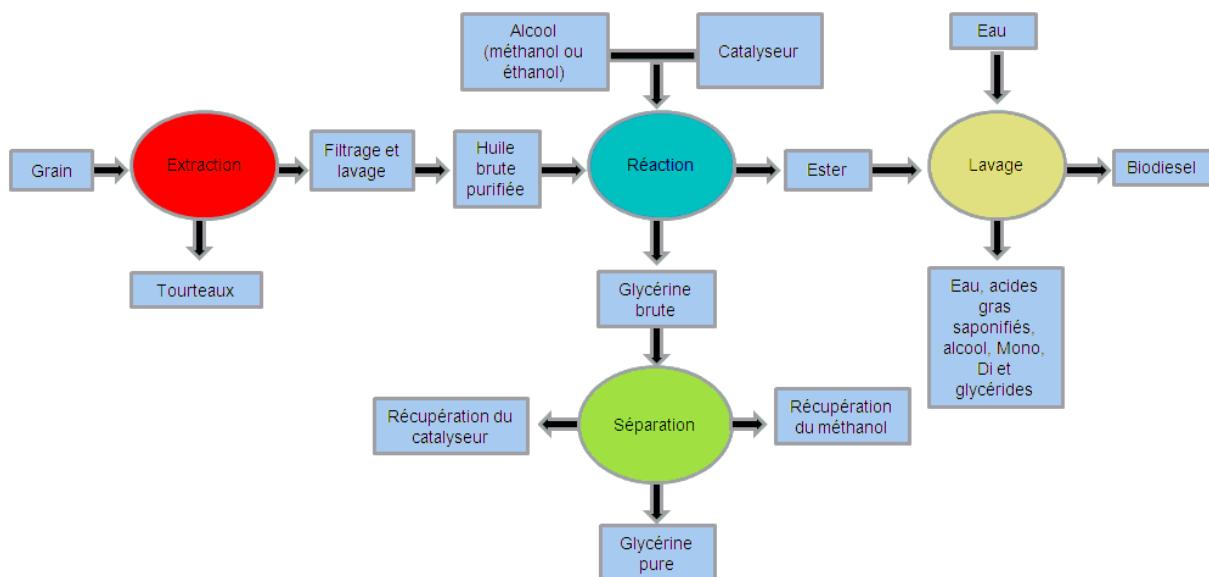
Le biodiesel est un biocarburant traditionnellement fabriqué à partir de corps gras d'origine animale ou végétale. Il peut être constitué d'esters méthyliques d'huile végétale (EMHV) ou d'esters éthyliques d'huile végétale (EEHV). Ces esters (composés organiques) résultent d'une réaction appelée la transestérification (transformation d'un ester en un autre ester) qui a lieu lorsque qu'un corps gras est

mélangé à un alcool qui sert de catalyseur. Dans le cas des EMHV, l'opération s'effectue avec du méthanol comme catalyseur tandis que l'éthanol est utilisé pour la fabrication des EEHV.

Technologies de première génération

Pour la production de biodiesel, ce sont les technologies de « première génération » qui permettent la transformation de différents corps gras par l'entremise de la transestérification. Le procédé traditionnel complet est résumé à la figure 13.

FIGURE 13 : FABRICATION DE BIODIESEL À PARTIR DE GRAINS OLÉAGINEUX



Source : Crocket, Peterson et Mann, 2006.

D'un point de vue économique, ce sont les matières résiduelles, telles que l'huile de friture recyclée (*yellow grease*) et les graisses animales (*tallow* ou *suif*), qui constituent les sources de matières premières les plus avantageuses pour la production de biodiesel. L'huile végétale vierge, issue de la trituration de grains oléagineux (soya ou canola), se classe au deuxième rang, mais s'avère de plus en plus désavantageuse, étant donnée l'augmentation considérable des prix de ces denrées sur les cours mondiaux ces derniers temps.

L'industrie canadienne du biodiesel est à un stade relativement embryonnaire, bien que son développement s'accélère rapidement avec l'augmentation du prix du pétrole. En tant que carburant pour le transport, le biodiesel peut être utilisé à l'état pur (B100 : 100 % biodiesel) ou en mélange homogène

(B5, B20, etc.) avec le diesel, selon les caractéristiques du moteur que l'on désire alimenter. Par contre, des lacunes entourant la distribution à grande échelle de biodiesel constituent le principal facteur limitant sa consommation sur le territoire canadien et québécois.

Tel que déjà mentionné, le biodiesel peut être produit à partir de plusieurs types de corps gras tels que les graisses animales et les graisses recyclées, ainsi que l'huile végétale provenant de grains oléagineux comme le canola, le lin et la moutarde. De fait, le canola et le soya constituent deux sources de matières premières importantes pouvant être utilisées pour la production de biodiesel au Québec. Quant aux graisses animales, elles sont déjà utilisées à l'usine de la compagnie Rothsay à Ville Ste-Catherine. La construction d'une autre usine permettrait de traiter une plus grande quantité de cette matière première, qui est déjà en demande dans d'autres secteurs. Actuellement, 60 % des graisses animales sont exportées, ce qui pourrait changer si le prix devient plus favorable ou si les conditions changent dans les pays importateurs (Bourgault, 2007).

Le sous-produit principal de la production de biodiesel avec les technologies de première génération est la glycérine (environ 10 % des intrants en acide gras sont convertis). De plus, d'autres sous-produits, tels que des acides gras saponifiés peuvent aussi être produits en plus petites quantités, tout dépendant du type de procédé utilisé. La glycérine (ou glycérol) est communément utilisée comme agent hydratant, solvant ou lubrifiant par l'industrie des cosmétiques, ainsi que par l'industrie agroalimentaire pour retenir l'humidité. En raison de l'augmentation de la capacité de production de biodiesel partout au monde, l'offre en glycérine augmente considérablement, ce qui fait diminuer son prix. L'accès aux marchés de ces sous-produits est donc crucial pour arriver à écouler les surplus et l'industrie est constamment à la recherche de nouveaux débouchés. Historiquement, le prix de la glycérine a généralement été économiquement intéressant et stable, ce qui rendait la production de biodiesel encore plus viable financièrement. Par contre, le prix de la glycérine est de nos jours de plus en plus sujet à des variations importantes, et les marchés de la glycérine sont désormais reconnus pour leur imprévisibilité. De ce fait, les revenus tirés de la vente de glycérine occupent une place de moins en moins importante dans le total des revenus d'une entreprise productrice de biodiesel.

Technologies de deuxième et troisième générations

Le gaz de synthèse produit par le procédé de gazéification décrit précédemment peut également servir à produire du biodiesel. Suite à la récupération du gaz, un traitement supplémentaire peut convertir le gaz en un carburant liquide qui détient les mêmes propriétés chimiques que le diesel. En fait, ce type de procédé donne lieu à ce que l'on dénomme également du diesel de synthèse. Un tel procédé est celui de Fischer-

Tropsch et est en fait une réaction chimique catalysée dans laquelle le monoxyde de carbone et l'hydrogène sont convertis en hydrocarbures.

D'évidence, la production de gaz de synthèse peut servir à plusieurs fins dont la production de biodiesel de synthèse. À la base, le principal avantage des technologies de gazéification reste qu'elles permettent de convertir différentes formes de biomasse (voir tableau 16), de qualités inégales. Par ailleurs, la viabilité économique d'une unité de gazéification serait davantage assurée si elle était combinée à la production simultanée de plusieurs produits comme, par exemple, celle du biodiesel et de minéraux. Ceci permettrait de diversifier l'offre et de profiter de plusieurs marchés. Enerkem Technologies Inc., une entreprise québécoise, propose justement une technologie (Biosyn) combinant les opportunités de valorisation énoncées. Il serait donc pertinent d'effectuer une étude de faisabilité portant sur le procédé Enerkem⁵ à l'échelle pilote pour la valorisation des différentes sources de biomasse disponibles en Mauricie. Cette étude évaluerait de manière plus précise le potentiel pour la production de gaz de synthèse et de biocarburants qui en découle, en fonction des volumes disponibles, des analyses élémentaires et de la composition des différents types de biomasse.

2.2.1.3. Méthodologie pour le calcul des volumes potentiels de biocarburants

D'emblée, les différents types de biomasse produits par le secteur agricole de la Mauricie représentent différents potentiels pour la production de biocarburants. Le tableau 17 présente les coefficients utilisés pour l'estimation de ces différents potentiels à la section subséquente, soit ceux de la production d'éthanol, de biodiesel et d'éthanol cellulosique. De plus, les rendements moyens à l'hectare des différentes cultures qui peuvent servir à la fabrication de biocarburants permettent de relativiser la productivité de ces cultures pour le développement du secteur des biocarburants en Mauricie. Au moment de la rédaction de ce rapport, les données présentées ci-dessous sont jugées pertinentes. De fait, l'ensemble des rendements associés aux différents segments de la chaîne de production (agricole et industrielle) est basé sur les connaissances actuelles dans les domaines de l'agronomie et des bioénergies. Par ailleurs, ces domaines font l'objet d'efforts de recherche significatifs et continus. Ainsi, les informations présentées au tableau 17 devront être réévaluées lors de la réalisation d'études de faisabilité et du développement d'un plan d'affaire d'une usine de biocarburants en Mauricie.

⁵ Fiche technologique du procédé : <http://www.enviroaccess.ca/techno-26-fr.html>

TABLEAU 17 : RENDEMENTS THÉORIQUES EN BIOCARBURANT POUR LA BIOMASSE VÉGÉTALE

Biocarburant	Culture	Rendements au champ pour la Mauricie (t/ha) ¹	Rendements en biocarburant	
			Litres/tonnes métrique	Litres/hectare
Éthanol	Maïs-grain	7,94	417,273 ²	3 313
	Blé – Triticale	2,98	368,596 ³	1 098
	Orge	2,83	394,676 ⁴	1 117
	Pomme de terre – entières	28	74 – 80 ⁵	2 072 – 2 240
Biodiesel	Soya	2,92	194 ⁶	566
Éthanol Cellulosique	Paille de blé	1,24	340 ⁷	422
	Paille d'avoine	0,95	340 ⁷	323
	Résidus de maïs	3,97	340 ⁷	1 350
	Foin cultivé	6,43	311 ⁸	2 000
	Résidus forestiers	-	340 ⁷	-
Diesel de synthèse	Différentes sources ⁹	-	-	-

¹Rendements de 2006 utilisés dans le rapport préliminaire rendu à l'UPA-Mauricie par ÉcoRessources Consultants en avril 2008 sur la quantification et la qualification de la production de biomasse sur les fermes de la Mauricie (Chapitre 1 du présent rapport). Les rendements en grains proviennent des estimations de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) tandis ceux pour la paille et les résidus de maïs découlent de l'indice de récolte pour chaque culture, publié par le CRAAQ (2003).

² Basé sur la productivité d'une usine moyenne qui produit 2,8 gallons d'éthanol à partir d'un boisseau de maïs, informations de l'USDA.

³ Basé sur les données de l'usine Pound-Maker à Lanigan en Saskatchewan (<http://www.pound-maker.ca/ethanol.htm>) qui produit environ 10 litres d'éthanol par boisseau de blé transformé.

⁴ En tenant compte du contenu moyen d'amidon dans l'orge fourrager, 2,27 gallons d'éthanol peuvent être produits à partir d'un boisseau d'orge.

⁵ Basé sur les données utilisées par Easson et al., 2004.

⁶ La production d'un gallon de biodiesel nécessite 7,3 livres d'huile de soya. Le rendement en biocarburant dépendra fortement du taux d'huile dans le grain récolté qui peut varier entre 15 et 20 %.

⁷ Ce rendement est identifié par Sheehan et al., 2004, comme étant un rendement potentiel qui sera atteint éventuellement avec le développement de technologies plus efficaces. Pour les résidus de maïs, un rendement de 255 l/tonne aurait été démontré.

⁸ Selon Alvo P. et al. 1996.

⁹ La production de biodiesel de troisième génération (diesel de synthèse) nécessite un enchaînement complexe de technologies qui n'a encore jamais été démontré à l'échelle industrielle. Aucune donnée n'est donc disponible à cet égard. En fait, le procédé peut varier en fonction de la matière première utilisée, ce qui a donné naissance à des appellations plus génériques, telles que CTL (Coal to Liquids), GTL (Gas to Liquids), BTL (Biomass to Liquids). Le procédé de conversion Fischer-Tropsch est potentiellement très performant en termes de rendement, mais sa mise en œuvre nécessite d'importants investissements. De plus, l'étape de production du gaz de synthèse présente un rendement assez médiocre à l'heure actuelle (Lorne, 2007).

2.2.2. Production de biogaz

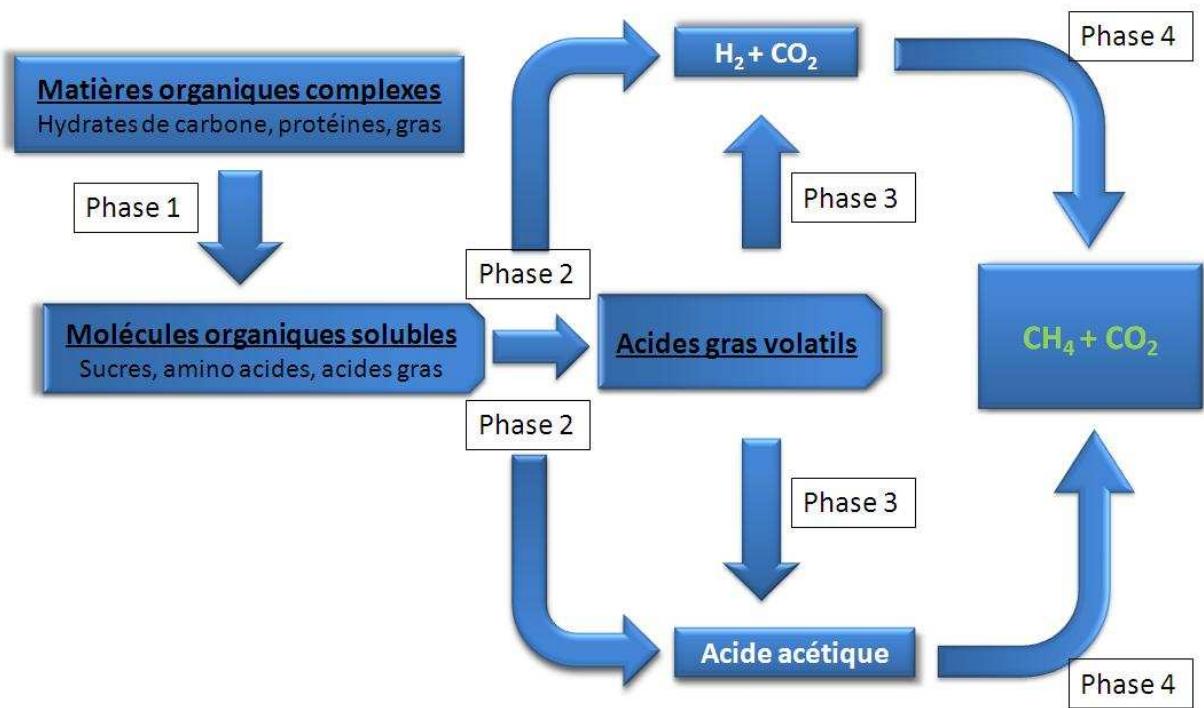
La production de biogaz est issue d'un traitement biologique appelé la digestion anaérobie. Ce procédé consiste en une dégradation naturelle de la matière organique contenue dans les matières premières utilisées (biomasse). La dégradation est effectuée par l'action de différents microorganismes (bactéries) qui prolifèrent dans un environnement dépourvu d'oxygène. Le biogaz issu de ce traitement contient normalement entre 50 et 75 % de méthane, d'où provient l'autre dénomination attribuée à ce procédé : la méthanisation.

Puisque la méthanisation de la matière organique doit se faire en absence d'oxygène, elle doit être réalisée à l'intérieur d'un réacteur, appelé biodigesteur, où l'action des microorganismes nécessaires mène aux réactions biochimiques désirées. Pour arriver à cette fin, quatre phases impliquant des microorganismes spécifiques sont généralement requises (CRAAQ, 2008a).

- La première phase, l'hydrolyse, consiste à dégrader à l'aide d'enzymes les molécules organiques complexes telles que les glucides, les lipides et les protéines, en molécules simples telles que des sucres, des acides aminés et des acides gras.
- La seconde phase, l'acidogénèse, implique une fermentation des molécules simples à l'aide de bactéries acidogènes, ce qui génère des alcools, des acides organiques, de l'hydrogène et du dioxyde de carbone.
- La troisième phase, l'acétogénèse, permet la séparation et la transformation des divers composés issus de la phase précédente, ce qui permet une croissance rapide des bactéries spécifiques.

Enfin la quatrième phase, appelée la méthanogénèse, mène à la formation de méthane en milieu strictement anaérobie. Les bactéries qui procèdent à cette phase ont une croissance plus lente que les bactéries acidogènes et sont sensibles à la température de fonctionnement et au pH. La figure 14 illustre l'ensemble des phases du procédé.

FIGURE 14 : PROCÉDÉ DE MÉTHANISATION



Phase 1 : Hydrolyse; Phase 2 : Fermentation; Phase 3 : Acétogénèse; Phase 4 : Méthanogénèse
Source : CRAAQ, 2008a.

2.2.2.1. Technologies disponibles et matières premières utilisées

Les systèmes de traitement anaérobiose peuvent intégrer trois régimes de température. Les systèmes anaérobies passifs (procédé psychrophile ou à basse température) fonctionnent normalement de 10 à 25 °C. Les systèmes anaérobies mésophiles ou à température moyenne, qui sont les plus courants, fonctionnent à une température de 30 à 40 °C. L'efficacité de traitement de ces systèmes est supérieure à celle des systèmes passifs. Enfin, les systèmes anaérobies thermophiles fonctionnent à une température de 45 à 55 °C et sont considérés comme étant d'une plus grande efficacité sur le plan de la production de biogaz. Par contre, les systèmes thermophiles consomment un montant significatif d'énergie pour maintenir la température de fonctionnement requise, ce qui les rend moins efficaces sur le plan énergétique. Dans les pays à climat froid, il est recommandé d'utiliser des systèmes à basse ou moyenne température.

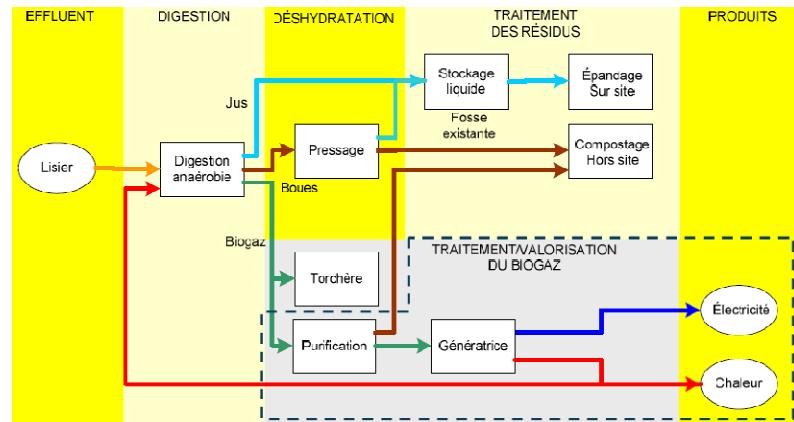
Le contenu élevé en méthane est précisément ce qui fait du biogaz une source d'énergie renouvelable, pouvant remplacer le gaz naturel et d'autres combustibles. Le méthane est généralement utilisé pour alimenter les chaudières ou des moteurs à combustion afin de produire de l'électricité et de la chaleur.

Du fait que l'intérêt pour la méthanisation devient de plus en plus grand, le développement de nouvelles technologies de traitement anaérobiose connaît une expansion considérable. D'emblée, il existe plusieurs types de ces technologies. D'abord, la capacité, la configuration et la complexité de la cuve du biodigesteur peuvent varier. Ensuite, la technologie utilisée détermine le temps requis pour traiter la matière première, ainsi que la température de fonctionnement. Des systèmes hybrides peuvent également être préconisés, faisant appel à plusieurs innovations technologiques pour augmenter l'efficacité du procédé.

Les systèmes de méthanisation peuvent être conçus pour opérer en continu ou en discontinu (en batch ou séquentiel). Les cuves de fermentation peuvent être horizontales (fosses) ou verticales (silos). Pour les systèmes en discontinu, une pré-fosse d'une capacité égale au volume de déjections d'élevage (fumier et/ou lisier) produit pendant la durée du cycle de traitement, soit de 15 à plus de 40 jours selon le système et le mélange de coproduits utilisés (lisiers, fumiers, rejets de balle ronde, lactosérum, huiles recyclées, etc.), est exigée.

Le mode de valorisation retenu (production de chaleur ou d'électricité) et l'effluent déterminent les différents traitements requis pour purifier le biogaz, ainsi que pour séparer et/ou traiter la fraction liquide et la fraction solide. Ces chaînes de traitement qui suivent la digestion anaérobiose de la biomasse peuvent être très complexes, surtout lorsque des étapes de récupération de l'azote ammoniacal et d'épuration visant le rejet des effluents au milieu naturel sont souhaitées. La figure 15 schématise de manière simple la chaîne de traitement pour la production de biogaz.

FIGURE 15 : CHAÎNE DE TRAITEMENT POUR LA PRODUCTION DE BIOGAZ ET LE TRAITEMENT DE L'EFFLUENT



Source : Laflamme (2008)

Une fois le procédé complété, l'effluent (la matière organique digérée) contient sensiblement la même quantité de fertilisants (azote, phosphore, potassium, etc.) que la matière première initiale (lisier ou fumier à l'état brut) et présente un volume presque équivalent. L'azote et le phosphore sont cependant rendus sous des formes qui les rendent plus facilement assimilables par les plantes suite à l'épandage. Naturellement, le taux de matière organique de l'effluent est bien moindre que la matière première brute. La méthanisation des fumiers et des lisiers réduit également de façon significative leur contenu en agents pathogènes et leurs odeurs. Lorsqu'il est impossible de valoriser la totalité des effluents sur des terres agricoles à proximité, il est possible d'en extraire à peu de frais jusqu'à 50 % du phosphore et environ 10 % de l'azote. Ces éléments représentent environ de 3 à 10 % du volume de lisier brut.

Le procédé de méthanisation qui fut développé et commercialisé au Québec par Bio-Terre Systems⁶ opère à une température de 15 à 25 °C (psychrophile) et utilise donc les bactéries adaptées à de telles températures. Le procédé stabilise le lisier, réduit sa charge organique, augmente la disponibilité de ses éléments fertilisants et le désodorise. Un minimum de deux digesteurs est requis pour traiter le lisier brut sans prétraitement de décantation, séparation ou autre. Le cycle complet de digestion dure 14 jours et comprend plusieurs étapes similaires à tout système en discontinu. Le traitement peut produire un biogaz avec une concentration en méthane allant jusqu'à 70 %, dépendamment de la matière première utilisée. Moins de 10 % de l'énergie produite sert à l'opération des bioréacteurs, le reste pouvant être utilisé pour la ferme ou être acheminé vers les réseaux électriques. Grâce à un procédé de coagulation et de floculation,

⁶ Voir : <http://www.bioterre.com/>

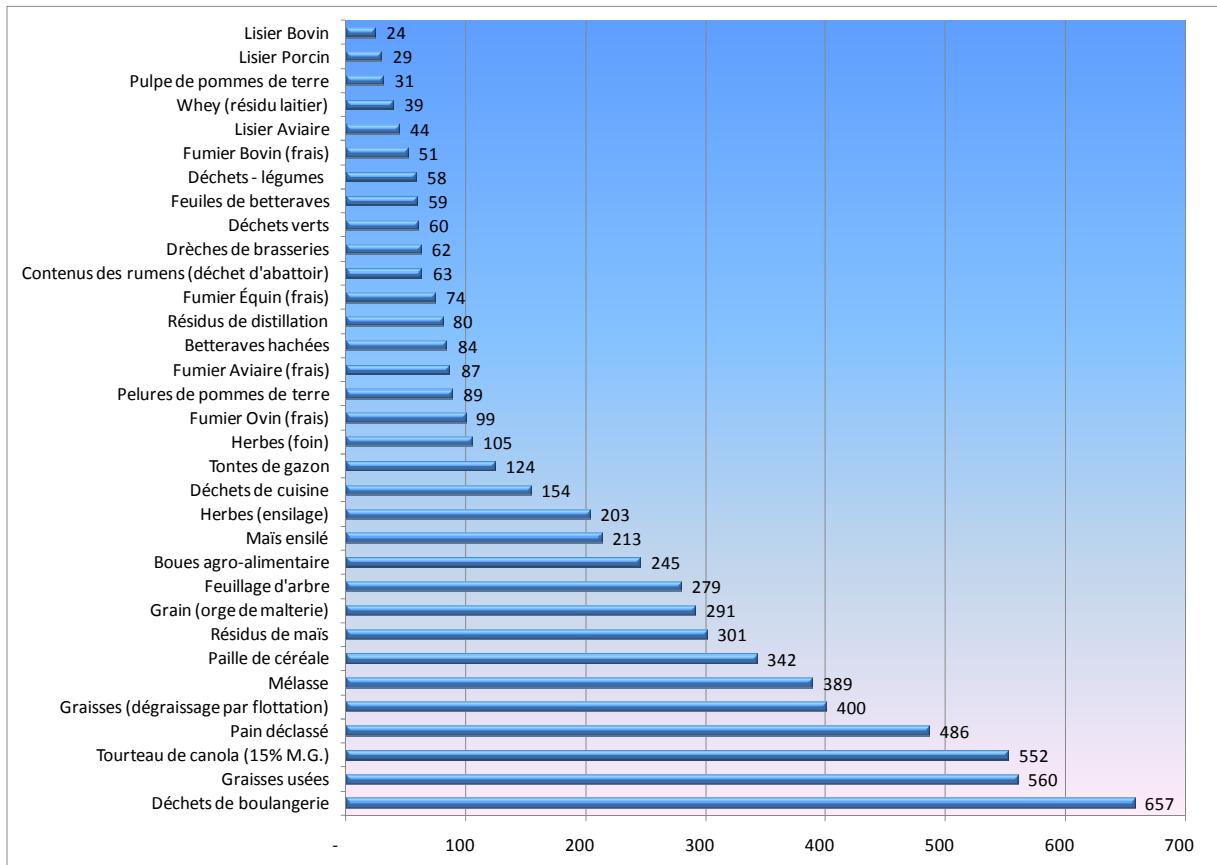
les boues purgées peuvent être déshydratées jusqu'à ce qu'elles soient composées entre 12 et 20 % de matière sèche.

En bout de compte, les caractéristiques techniques d'un système de méthanisation sont déterminées par le volume et la nature des matières première, ainsi que par la rentabilité que procure l'ensemble de la chaîne de traitement.

2.2.2.2. Méthodologie pour le calcul des volumes potentiels de biogaz générés et captés

Tel que le démontre la figure 16, les différentes matières premières qui peuvent servir à la production de biogaz génèrent différents niveaux de production. De fait, les différentes sources de littérature qui furent consultées présentent des résultats très variables à cet effet. D'emblée, des essais particuliers devront être effectués à partir des différentes sources de biomasse qui pourront éventuellement être acheminées vers cette production. Il s'agit en fait de trouver une recette éprouvée qui combine les différentes matières premières disponibles afin d'obtenir un niveau de production de biogaz qui est adapté aux installations et qui fluctue peu.

FIGURE 16 : QUANTITÉS DE BIOGAZ PRODUIT EN M³ PAR TONNE DE MATIÈRE PREMIÈRE



Les données présentées ci-dessus sont des valeurs moyennes provenant de : Fischer (2007) dans CRAAQ (2008a); Théobald et al. (2004); Weiland (1997), Kuhn (1995), Boudali et Debouche (2000), Gerin (2000), CEFE (1993) et Luxen (2002) dans Bureau d'études IRCO SPRL (2002).

Compilation : ÉcoRessources Consultants

Bien que les fumiers et lisiers puissent servir d'intrants à la production de biogaz à cause de leur teneur élevée en méthane et en protoxyde d'azote, d'autres matières organiques riches en lipides ou en sucres, telles que les cultures commerciales (ex : maïs ensilage), les déchets domestiques et les gras (résidus d'usines agroalimentaires ou d'abattoirs) peuvent également servir à produire du biogaz. Ainsi, le potentiel absolu que représente la production de biogaz en Mauricie sera déterminé par les types et les quantités de biomasse que les producteurs agricoles de la région seront prêts à acheminer vers ce nouveau débouché. Par contre, le potentiel théorique de la production de biogaz à partir de la biomasse produite en Mauricie est évalué à la section 1, selon les données du tableau 15, tirées de Fischer (2007), reproduit par le CRAAQ (2008a). En utilisant les coefficients de ce tableau, il est alors simple d'obtenir le volume de biogaz correspondant (m³) selon la formule suivante.

Quantité de fumier (tonnes) * facteur de conversion (m³/tonne)
--

2.2.2.3. Méthodologie pour l'estimation du potentiel énergétique et électrique

Pour la production de biogaz, il est intéressant de calculer ce que représentent les volumes en termes d'énergie pouvant être produite. Ainsi, le biogaz peut être utilisé en remplacement du gaz naturel (composé à 98 % de CH₄). Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du biogaz est donc proportionnel à sa teneur en méthane (généralement entre 50 % et 70 %). En utilisant la teneur moyenne du biogaz en méthane (CH₄), il est alors possible d'obtenir le volume de méthane correspondant (m³ de CH₄).

Quantité de biogaz (m³) * teneur en méthane – CH₄ (%)
--

La méthodologie présentée ci-dessus permettant de calculer directement les quantités de méthane, il est possible d'appliquer le PCI du gaz naturel directement à ces quantités, afin de déduire les quantités d'énergie (36 MJ/m³ ou 9,42 kWh/m³) qu'elles peuvent représenter.

Quantités de méthane (m³) * PCI (36 MJ/m³) ou Quantités de méthane (m³) * PCI (9,42 kWh/m³)
--

Afin de donner un ordre de grandeur de la production réelle d'électricité, il faut tenir compte de l'efficacité de la technologie de conversion, ainsi que du facteur de capacité. Le facteur de production d'électricité se situe en moyenne entre 1,5 et 3 kWh/m³ de méthane. Ainsi, le facteur de production d'électricité utilisé pour l'estimation du potentiel électrique est de l'ordre de 2 kWh/m³ de méthane.

Les résultats obtenus représentent le potentiel énergétique théorique. La quantité d'énergie disponible pour la consommation dépendra de l'efficacité de la technologie de conversion utilisée. Pour le lisier de porc par exemple, les résultats obtenus sont de même ordre de grandeur que les résultats publiés par l'entreprise Bio-Terre Systems. En effet, selon la fiche d'information technologique de leurs biodigesteurs installés dans le contexte climatique du Québec, le potentiel électrique du biogaz produit par la digestion anaérobique est estimé à environ 200 kWh par tonne de lisier traité en utilisant une génératrice électrique fonctionnant 90 % du temps (la quantité de biogaz généré est de 37 m³ par tonne de lisier) (Leduc et al., 2004).

2.3. Résultats – potentiel de production de biocarburants et de biogaz à partir de la biomasse en Mauricie

À l'aide de l'inventaire de la biomasse disponible sur les fermes de la Mauricie estimé à la section 1.2, cette section permet d'estimer le potentiel des usages associé aux différentes productions de biogaz et de biocarburants (éthanol, éthanol cellulosique et biodiesel). Par contre, à la lumière des informations détaillées jusqu'à maintenant au sujet des technologies disponibles pour ces productions, il apparaît que plusieurs sources de biomasse peuvent être utilisées pour produire plus d'une forme d'énergie. Ainsi, le tableau 18 synthétise les possibilités liées à la valorisation des différentes sources de biomasse considérées par le secteur agro-énergétique.

TABLEAU 18 : SYNTHÈSE DES MATIÈRES PREMIÈRES ÉTUDIÉES, DE LEURS COMPOSÉS D'INTÉRÊT ET DES PRODUCTIONS POTENTIELLES

Matière première – Biomasse Animale	Composés d'intérêt
Fumier de bovins (laitiers et boucherie)	Biogaz (méthane)
Fumier et lisier porcin	Biogaz (méthane)
Fumier ovin	Biogaz (méthane)
Fumier de volailles	Biogaz (méthane)
Animaux morts à la ferme	Biogaz (méthane)
Matière première – Biomasse Végétale	Composés d'intérêt
Blé	Sucres (éthanol)
Avoine	Sucres (éthanol)
Paille de céréale	Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique), Biogaz (méthane)
Foins	Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique), Biogaz (méthane)
Maïs ensilage	Sucres (éthanol), Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique), Biogaz (méthane)
Maïs-grain	Sucres (éthanol)
Résidus de maïs	Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique), Biogaz (méthane)
Orge	Sucres (éthanol)
Pomme de terre	Sucres (éthanol), Biogaz (méthane)
Soya	Corps gras (biodiesel)
Canola	Corps gras (biodiesel)
Résidus forestiers	Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique)
Matière première – Biomasse Autres	Composés d'intérêt
Déchets domestiques et de l'industrie agroalimentaire	Composés ligno-cellulosiques (éthanol cellulosique), Corps gras (biodiesel), Biogaz (méthane)

Gras recyclés (déchets d'abattoir)	Corps gras (biodiesel), Biogaz (méthane)
------------------------------------	--

2.3.1 Potentiel de production de biocarburants en Mauricie

Les tableaux 19, 20 et 21 quantifient le potentiel de production de biocarburants à partir des principales sources de biomasse produites en Mauricie. Ces estimations sont effectuées pour l'ensemble de la région avec les données de 2006 analysées à la section 1. Par ailleurs, les résultats de différents scénarios qui verraient 5 %, 10 % et 25 % de la production de cette biomasse être dédiés à la production de biocarburants sont également intégrés dans ces tableaux. Ces scénarios permettent, entre autres, d'envisager un développement progressif de ces filières.

Au tableau 19, le potentiel de production d'éthanol de première génération (à partir de sucres et/ou d'amidon) est calculé. Malgré le fait que l'autosuffisance en grains de la Mauricie s'est améliorée entre les années de production 2001 et 2006, la Mauricie demeure une région déficitaire en grains lorsque l'on considère les niveaux de production et les besoins alimentaires du bétail dans la région. Cette amélioration du bilan déficitaire en grains est principalement liée à une hausse importante de la production et une baisse du cheptel entre ces deux années de référence. Ainsi, le tableau 19 rappelle avant tout que les soldes de la majorité des productions céréaliers sont négatifs, ce qui minimise les possibilités de rediriger ces sources de biomasse vers la production de biocarburants. Par contre, les différents scénarios liés aux pourcentages de la production totale qui sauraient être dédiés à des fins énergétiques laissent entrevoir la possibilité éventuelle d'une unité de production avec une capacité de production de l'ordre d'une quinzaine de millions de litres d'éthanol.

Pareillement, les scénarios pour la production d'éthanol de deuxième génération à partir de cultures fourragères, de résidus de cultures et de résidus forestiers produits sur les fermes de la Mauricie au tableau 20 établissent le potentiel que représentent ces sources de biomasse pour la filière. Bien que, selon nos calculs, ces sources représentent plus de 250 000 tonnes, une usine de taille commerciale qui utiliserait la technologie de deuxième génération actuellement développée devrait être en mesure de transformer un volume d'environ 700 000 tonnes métriques sur base sèche pour être en mesure de rentabiliser les installations.

Le tableau 21 présente le potentiel de production de biodiesel à partir des grains oléagineux produits en Mauricie, toujours en se basant sur la production de 2006 comme année de référence. Bien que les résultats présentent un potentiel modeste, ils demeurent néanmoins incomplets. De fait, les quantités des autres matières grasses résiduelles, telles que les huiles de friture recyclées et les graisses animales résiduelles (déchets d'abattoir), qui seraient disponibles pour la production de biodiesel en Mauricie ne

sont pas prises en compte. Les quantités nettes et la disponibilité réelle de ses sources de biomasse pour la production de biocarburant en Mauricie mériteraient d'ailleurs d'être étudiées plus en profondeur.

TABLEAU 19 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (PREMIÈRE GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE

	Solde de grains en 2006 ²		Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
	Matière Première ¹	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques
Blé	-2 831	-	11 673	4 302 676	584	215 134	1 167	430 268	2 918	1 075 669
Avoine³	14 284	15 683 832	17 256	6 360 375	863	318 019	1 726	636 037	4 314	1 590 094
Orge	-8 521	-	13 284	5 242 884	664	262 144	1 328	524 288	3 321	1 310 721
Céréales mélangées (grain)³	-847	-	2 399	884 380	120	44 219	240	88 438	600	221 095
Maïs-grain	-7 698	-	143 428	59 848 699	7 171	2 992 435	14 343	5 984 870	35 857	14 962 175
Pomme de terre	n.a.	-	23 408	1 732 192	1 170	86 610	2 341	173 219	5 852	433 048
Total	-	15 683 832	-	78 371 205	-	3 918 560	-	7 837 121	-	19 592 801

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de grains, incluse dans les données de l'annexe 6.

² Solde de grains disponibles, voir tableau 13.

³ Le calcul de production de biocarburant à partir de ces matières est basé sur la conversion (rendement) du blé.

TABLEAU 20 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉTHANOL (DEUXIÈME GÉNÉRATION) SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE

Matière Première ¹	Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant
Paille de blé	4 844	1 647 081	242	82 354	484	164 708	1 211	411 770
Paille d'avoine	6 643	2 258 769	332	112 938	664	225 877	1 661	564 692
Foins	104 192	32 403 625	5 210	1 620 181	10 419	3 240 362	26 048	8 100 906
Résidus de maïs (ensilage)	51 761	17 598 665	2 588	879 933	5 176	1 759 867	12 940	4 399 666
Résidus de maïs (grain)	71 714	24 382 787	3 586	1 219 139	7 171	2 438 279	17 929	6 095 697
Résidus forestiers	15 769	5 361 460	788	268 073	1 577	536 146	3 942	1 340 365
Total	-	78 290 927	-	3 914 546	-	7 829 093	-	19 572 732

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de résidus calculée avec l'indice de récolte (voir tableau 11).

TABLEAU 21 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIODIESEL SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE EN MAURICIE

	Production totale de grains en 2006		5 % de la production de 2006		10 % de la production de 2006		25 % de la production de 2006	
Matière Première ¹	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant	tonnes métriques	Litres de biocarburant
Soya	16 258	3 153 962	813	157 698	1 626	315 396	4 064	788 491
Canola ²	225	83 475	11	4 174	23	8 348	56	20 869
Graisses recyclées (animale et végétale)								n.d.
Total		3 237 437		161 872		323 744		809 359

n.d. = données non disponibles

Calculs basés sur les rendements en biocarburant, voir tableau 17.

¹ Inclus uniquement la portion de la production de biomasse végétale associée à la production de grains oléagineux, incluse dans les données des annexes 5 et 6.

² Le calcul de production de biodiesel à partir du canola est basé sur un rendement de 371 litres par tonne métrique de grain. Ce rendement dépend fortement du taux d'huile dans le grain récolté qui peut aller jusqu'à plus de 40 %.

2.3.2 Potentiel de production de biogaz en Mauricie

Les tableaux 22 et 23 estiment les quantités de biogaz qui pourraient potentiellement être produites à partir de différentes sources de biomasse animale et végétale en Mauricie. Ce potentiel est ensuite enrichi à l'aide des hypothèses qui nous permettent d'évaluer le potentiel de production d'énergie à partir du biogaz généré. Il est important de mentionner que les résultats fournis représentent des potentiels théoriques bruts calculés à partir de coefficients publiés dans la littérature. La quantité réelle d'énergie ou d'électricité produite variera en fonction de la technologie utilisée (puissance installée, efficacité, facteur d'utilisation, etc.). De plus, le potentiel des tableaux 22 et 23 est évalué en fonction de l'ensemble de la production de biomasse et ce, pour les différentes sources.

En ce qui a trait aux sources de biomasse d'origine animale, rappelons que la majeure partie du fumier produit sur les fermes de la Mauricie est utilisée pour des fins de fertilisation à la ferme. De fait, à peine 5 % des fermes ont eu recours à d'autres formes d'utilisation, notamment le compostage, le séchage, la transformation ou encore l'entreposage du fumier en 2004 (voir Chapitre 1). Ainsi, le développement de la production de biogaz à partir de fumier provenant de plusieurs exploitations requiert, entre autres, la prise en considération des frais qui devront être engagés pour le transport des matières premières et des effluents résiduels (fumiers digérés). Bien que le tableau 22 présente un potentiel considérable pour la production de biogaz à partir de la biomasse d'origine animale, le sentiment des éleveurs de la région à l'idée d'approvisionner cette nouvelle filière industrielle en fumier devrait être sondé en profondeur.

Concernant l'utilisation de la biomasse d'origine végétale pour la production de biogaz, les données du recensement canadien de l'agriculture indiquent qu'en 2006, sur l'ensemble des superficies agricoles de la Mauricie, plus du 2/3 présentait un potentiel de production de biomasse d'origine végétale. Par ailleurs, 6,2 % des superficies agricoles de la région avaient été utilisées pour le pâturage tandis que 24,1 % de ces terres avaient servi à d'autres utilisations, notamment la culture d'arbres de Noël. Finalement, moins de 0,1 % des terres agricoles avaient été mises en jachère au cours de l'année 2006. Ces éléments laissent entendre que les résultats du tableau 23 seront portés à fluctuer. En effet, dans l'éventualité où la valorisation des terres agricoles par l'entremise de cultures spécifiquement destinées à la filière énergétique (ex : maïs ensilage pour alimenter un biodigesteur) deviendrait une option plus rentable que les filières traditionnelles, les superficies consacrées à cette fin pourraient augmenter.

La production estimée de biomasse forestière résiduelle (environ 15 769 tma) est également incluse dans le calcul du potentiel de production de biogaz au tableau 23.

Après avoir estimé le potentiel de production de biogaz que représente l'ensemble de la biomasse produite en Mauricie, différents scénarios de production d'électricité ont été considérés. Le tableau 24 présente donc les résultats de différents scénarios qui verraient 25 %, 50 % et 75 % de la production potentielle de biogaz être dédiés à la production d'électricité. Ces scénarios permettent en fait d'observer le potentiel pour chacune des différentes sources de biomasse disponibles. Les volumes de biogaz pouvant être produits à partir de la biomasse d'origine animale de la Mauricie, calculés au tableau 22, présentent un potentiel relativement intéressant. À titre d'exemple, si 50 % du fumier et du lisier provenant des élevages porcins de la région était redirigé vers la filière du biogaz, 1 896 551 kWh d'électricité pourraient potentiellement être produits.

Au niveau de la biomasse d'origine végétale, nos calculs démontrent que les résidus agricoles (paille de blé et d'avoine) et forestiers de la Mauricie présentent un potentiel énergétique significatif. En effet, si seulement 25 % de ces matières était redirigé vers la filière du biogaz, le potentiel de production d'électricité se chiffrerait à environ 2 602 532 kWh. Par contre, les frais qu'engendreront le transport et l'entreposage de ces matières premières, ainsi que la volonté des agriculteurs de la Mauricie face aux opportunités de cette nouvelle filière industrielle, devraient faire l'objet d'une étude plus approfondie.

TABLEAU 22 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE ANIMALE
EN MAURICIE EN 2006

Matière Première	Production totale de biomasse en 2006		Production de biogaz et de méthane			Production brute d'énergie		Production nette d'énergie (électricité)
	tonnes métriques	m ³ de biogaz/tonne ⁴	m ³ de biogaz	Teneur en méthane (% de CH ₄) ⁵	m ³ de méthane	GJ ¹	kWh ²	kWh ³
Fumier de bovins laitiers	278 347	13 – 32	3 618 511 – 8 907 104	54	1 953 996 – 4 809 836	± 121 749	± 31 857 649	± 6 763 832
Fumier de bovins de boucherie	147 998	13 – 32	1 923 974 – 4 735 936	53	1 019 706 – 2 510 046	± 63 536	± 16 625 133	± 3 529 752
Fumier et lisier porcin	167 688	16 – 23	2 683 008 – 3 856 824	58	1 556 145 – 2 236 958	± 68 276	± 17 865 513	± 3 793 103
Fumier ovin	7 897	99	781 803	n.d.				
Fumier de volailles	16 275	87	1 415 925	54	764 600	27 526	7 202 527	1 529 199
Animaux morts	n.d.	n.d.	-	-	-	-	-	
Gras recyclés et déchets d'abattoir	n.d.	238	-	-	-	-	-	
Total	618 205	-	40 785 764	-	21 894 630	281 086	73 550 823	15 615 886

¹ PCI de 36 MJ/m³ de méthane ; 1 GJ = 1 MJ/1000

² PCI de 9,42 kWh/m³ de méthane

³ Facteur de production d'électricité utilisé : 2 kWh/m³ de méthane

⁴ Référence : tableau 15

⁵ Teneur en méthane des matières premières tel quelle, source : Navaratnasamy et al. (2007)

TABLEAU 23 : POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS BASÉS SUR LA PRODUCTION DE BIOMASSE VÉGÉTALE
EN MAURICIE EN 2006

Matière Première	Production totale de biomasse en 2006		Production de biogaz et de méthane			Production brute d'énergie		Production nette d'énergie (électricité)
	tonnes métriques	m ³ de biogaz/tonne ⁴	m ³ de biogaz	Teneur en méthane (% de CH ₄) ⁵	m ³ de méthane	GJ ¹	kWh ²	kWh ³
Maïs ensilage	155 282	197	30 590 554	50 – 75	15 295 277 – 22 942 916	550 630 – 825 945	144 081 509 – 216 122 264	30 590 554 – 45 885 831
Paille de blé	4 844	342	1 656 648	50 – 75	828 324 – 1 242 486	29 820 – 44 729	7 802 812 – 11 704 218	1 656 648 – 2 484 972
Paille d'avoine	6 643	342	2 271 906	50 – 75	1 135 953 – 1 703 930	40 894 – 61 341	10 700 677 – 16 051 016	2 271 906 – 3 407 859
Foins	104 192	145	15 107 840	50 – 75	7 553 920 – 11 330 880	271 941 – 407 912	71 157 926 – 106 736 890	15 107 840 – 22 661 760
Résidus de maïs (grain)	71 714	301	21 585 914	50 – 75	10 792 957 – 16 189 436	388 546 – 582 820	101 669 655 – 152 504 482	21 585 914 – 32 378 871
Résidus forestiers	15 769	279	4 399 551	50 – 75	2 199 776 – 3 299 663	79 192 – 118 788	20 721 885 – 31 082 828	4 399 551 – 6 599 327
Déchets domestiques et de l'industrie agroalimentaire	n.d.	126	-	-	-	-	-	-
Total	358 444		75 612 413		± 47 257 758	± 1 701 279	± 445 168 082	± 94 515 516

¹ PCI de 36 MJ/m³ de méthane ; 1 GJ = 1 MJ/1000

² PCI de 9,42 kWh/m³ de méthane

³ Facteur de production d'électricité utilisé : 2 kWh/m³ de méthane

⁴Référence : tableau 15

⁵ Teneur en méthane des matières premières tel quelle, source : Navaratnasamy et al. (2007)

TABLEAU 24 : POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS

Matière Première	Production brute d'énergie		Production nette d'énergie (électricité)	25 %	50 %	75 %
	GJ¹	kWh²	kWh³	kWh³	kWh³	kWh³
Fumier de bovins laitiers	121 749	31 857 649	6 763 832	1 690 958	3 381 916	5 072 874
Fumier de bovins de boucherie	63 536	16 625 133	3 529 752	882 438	1 764 876	2 647 314
Fumier et lisier porcin	68 276	17 865 513	3 793 103	948 276	1 896 551	2 844 827
Fumier de volailles	27 526	7 202 527	1 529 199	382 300	764 600	1 146 899
Maïs ensilage	550 630 – 825 945	144 081 509 – 216 122 264	30 590 554 – 45 885 831	± 9 559 548	± 19 119 096	± 28 678 644
Paille de blé	29 820 – 44 729	7 802 812 – 11 704 218	1 656 648 – 2 484 972	± 517 703	± 1 035 405	± 1 553 108
Paille d'avoine	40 894 – 61 341	10 700 677 – 16 051 016	2 271 906 – 3 407 859	± 709 971	± 1 419 941	± 2 129 912
Foins	271 941 – 407 912	71 157 926 – 106 736 890	15 107 840 – 22 661 760	± 4 721 200	± 9 442 400	± 14 163 600
Résidus de maïs (grain)	388 546 – 582 820	101 669 655 – 152 504 482	21 585 914 – 32 378 871	± 6 745 598	± 13 491 196	± 20 236 794
Résidus forestiers	79 192 – 118 788	20 721 885 – 31 082 828	4 399 551 – 6 599 327	± 1 374 860	± 2 749 720	± 4 124 579
Total	± 1 982 365	± 518 718 904	± 110 131 402	± 27 532 851	± 55 065 701	± 82 598 552

¹ PCI de 36 MJ/m³ de méthane ; 1 GJ = 1 MJ/1000

² PCI de 9,42 kWh/m³ de méthane

³ Facteur de production d'électricité utilisé : 2 kWh/m³ de méthane

3. CHAPITRE 3 : PERSPECTIVES D'AVENIR POUR LA PRODUCTION AGRO-ÉNERGÉTIQUE EN MAURICIE

Le développement de la production d'énergie par le secteur agricole québécois est encore à ses débuts. Face à ce constat, plusieurs questionnements demeurent, notamment en ce qui a trait au juste potentiel de cette industrie au Québec et aux enjeux environnementaux, économiques et sociaux que celle-ci soulève. La présente section propose des perspectives accordées aux différentes filières analysées tout au long de ce mandat, de manière à orienter les producteurs agricoles dans la panoplie de choix qu'offre le développement de cette nouvelle industrie.

3.1 Considérations politiques et économiques générales

À l'heure actuelle, les biocarburants arrivent difficilement à concurrencer les produits pétroliers en tant que substituts économiquement avantageux sur les marchés des carburants. D'ailleurs, plusieurs juridictions, incluant le Québec, ont adopté des mesures incitatives qui aident à corriger cette situation. À cet égard, le leadership des gouvernements des principaux pays producteurs de biocarburants, soit le Brésil, les États-Unis et l'Europe, montre que de telles mesures ont un impact déterminant sur la compétitivité des biocarburants par rapport aux carburants traditionnels. Dans ces trois juridictions, les gouvernements ont mené des campagnes agressives, établissant des exigences sur la teneur minimale de carburants renouvelables dans les carburants traditionnels et apportant des incitatifs fiscaux, de l'aide financière pour la recherche et le développement, ainsi que la mise sur pied de projets-pilotes. De plus, l'introduction de normes techniques pour les carburants (ex : contenu oxygéné), ainsi que l'appui à l'utilisation de véhicules polycarburants (flexfuel), sont des facteurs qui ont également contribué à l'essor de la filière des biocarburants dans ces juridictions. Les facteurs liés au marché de l'énergie : l'offre, la demande et le prix sont donc fortement influencés par de telles mesures gouvernementales.

L'industrie des biocarburants est aujourd'hui considérée comme un investissement hautement risqué aux yeux des investisseurs et créanciers, bien qu'elle soit fortement subventionnée. Du fait de leur volatilité et de leur impact sur la faisabilité financière d'usines de biocarburants et d'énergie à partir du biogaz, les cours des marchés du pétrole brut, de l'électricité, des grains et autres matières premières, des biocarburants, des sous-produits (drèches de distillerie et tourteaux de protéines) et du gaz naturel sont à surveiller de près. Des scénarios optimistes et pessimistes quant aux projections des cours de ces marchés à court, moyen et long termes doivent inévitablement être considérés dans les études de faisabilité et les plans d'affaires d'unités de production à caractère agro-énergétique. L'évolution des politiques

gouvernementales liées à la production et à la consommation d'énergies renouvelables doit également être prise en considération.

3.2 Filière de l'éthanol

Bien qu'hypothétiques, les différents scénarios de production présentés à la section 2.3.1 permettent d'établir des niveaux de production potentiels d'agro-énergie en Mauricie. Par exemple, il fut établi que si 25 % de la production de maïs-grain en Mauricie (année de référence : 2006) était dédié à la production d'éthanol, cette production s'élèverait à un peu moins de 15 millions de litres. Or, les tendances de cette industrie révèlent que la taille optimale d'une usine d'éthanol se situe aux alentours de 150 millions de litres. Par conséquent, la disponibilité insuffisante en grains dans la région de la Mauricie limite, pour l'instant, les possibilités d'exploiter une usine d'éthanol de manière à rentabiliser les investissements requis. Cependant, la Mauricie pourrait bénéficier du fait qu'elle soit géographiquement située de manière centrale, ce qui pourrait faciliter la réception de biomasse provenant de d'autres régions connexes. Toutefois, la capacité de l'infrastructure routière existante et les coûts liés au transport de la biomasse et ce, pour les différents types de biomasse, doivent être évalués de manière à savoir si une telle organisation s'avère envisageable sur le plan financier.

L'édification éventuelle d'unités de production de biocarburants en Mauricie requiert une évaluation plus approfondie de l'intérêt et de la volonté des producteurs agricoles de la région face à la possibilité d'approvisionner cette nouvelle filière industrielle. Les producteurs prêts à investir dans un projet auraient ainsi à prendre en charge l'approvisionnement en biomasse. La mise en commun (*pooling*) de la biomasse produite par les producteurs agricoles peut également être étudiée. À ce moment, un contrat d'association entre les parties, définissant clairement les buts communs de l'entreprise, serait de mise. Par la suite, l'obtention de résultats concluants d'une étude de faisabilité rigoureuse, renfermant les coûts complets de construction et d'approvisionnement, aiderait à réduire le niveau de risque associé à un projet d'usine. De plus, des contrats de vente préétablis et l'embauche d'un personnel administratif compétent sont aussi identifiés comme étant parmi les principales façons de réduire le risque financier, ce qui permet d'intéresser plus d'investisseurs et d'obtenir plus de capital.

3.3 Filière du biodiesel

Le potentiel pour la production de biodiesel à partir des grains oléagineux produits en Mauricie (tableau 21) s'avère plutôt faible. D'évidence, une usine de biodiesel devrait adopter une technologie permettant d'utiliser une multitude de matières premières, lui octroyant ainsi la possibilité de les choisir en

fonction de l'évolution des différents prix, bien que la régularité et la sécurité des approvisionnements doivent également être priorisées.

Le prix des huiles végétales et des grains oléagineux sur les marchés internationaux étant considérablement élevé à l'heure actuelle, la rentabilité liée à la valorisation de ces sources de biomasse par la filière du biodiesel est de moins en moins assurée. D'ailleurs, depuis la récente augmentation du prix des huiles vierges, plusieurs projets de construction d'usines de biodiesel ont été suspendus aux États-Unis et ce, malgré les subventions octroyées par le gouvernement américain à cette industrie. Plus près de chez nous, une étude de faisabilité pour l'implantation d'une usine de biodiesel avec une capacité annuelle de production de 38 millions de litres dans la municipalité de Durham, en Ontario, a déterminé qu'une telle usine pourrait être viable en utilisant 100 % d'huiles et de graisses usées, mais non rentable en utilisant uniquement de l'huile de soya à l'état vierge (BBI, 2006).

Bien que différents projets de ce type aient été annoncés au niveau de la province, les installations de trituration pour extraire l'huile des grains sont inexistantes en Mauricie et représente un investissement considérable. La compagnie Biocardel SM annonça en 2007 qu'elle mettrait en fonction une usine de trituration à Richmond, dans le Centre-du-Québec, qui transformeraient annuellement 50 000 tonnes de grains (soya et/ou canola). Située à proximité d'un chemin de fer, l'huile produite à cette usine approvisionnerait en partie une usine de biodiesel située au Vermont (Larivière, 2007). Aussi, l'annonce de la construction d'une usine de trituration à Bécancour par la compagnie ETGO en janvier dernier laisse entrevoir l'éventuelle transformation de 465 000 tonnes de soya et de 600 000 tonnes de canola par année (Larivière, 2008). Même si de tels projets aident à diversifier l'économie des régions et créent des opportunités sans précédent pour les producteurs de cultures commerciales, elles sont principalement vouées à la production d'huiles végétales de qualité pour l'alimentation humaine, du fait que ce marché garantit à une telle entreprise de meilleurs revenus. Quant à elle, la filière du biodiesel constitue plutôt un débouché pour les huiles à valeur faible. D'ailleurs, le coût de la matière première, peu importe sa nature, prédomine (70 à 80%) l'ensemble des coûts variables d'une usine de biodiesel.

La valorisation des huiles usées, des graisses animales (déchets d'abattoir) et des animaux morts par l'entremise de la filière du biodiesel et/ou du biogaz suscite un intérêt certain, résolvant des problématiques importantes pour le monde agricole. La production d'énergie à partir de ces matières résiduelles a surtout du sens si elle comprend la production combinée de biodiesel et de minéraux, ainsi que la production de biogaz qui peut être en partie utilisé comme source d'énergie à l'usine. Enerkem Technologies, proposerait justement une technologie combinant ces différentes opportunités de valorisation (Gagnon et al., 2005).

Pour être techniquement et économiquement viable, une usine de valorisation des boues d'usines d'abattage et de découpe doit pouvoir traiter annuellement au moins 80 000 tonnes métriques de ces matières. Les différents produits issus du procédé (biogaz, biodiesel, minéraux et glycérine) généreraient des revenus atteignant 2 millions de dollars. Par contre, l'investissement d'une telle usine a été estimé à 8 500 000 \$ (Gagnon et al., 2005). Avant d'investir dans un tel projet, il serait important de répertorier et quantifier tout autre résidu issu de l'élevage, de l'abattage et de la transformation des viandes en Mauricie, et d'évaluer la rentabilité d'une éventuelle usine. Cette rentabilité sera inévitablement tributaire de la composition (teneur en humidité, gras, protéines et minéraux) et la variabilité des matières disponibles pour l'approvisionnement. Ces éléments doivent donc aussi être pris en compte.

De manière générale, l'Abattoir Lafrance et fils de Shawinigan (secteur Grand-Mère) fait l'abattage de bovins, d'agneaux, de chèvres et de veaux de grain. Cette entreprise joue donc un rôle certain dans le volume d'abattage de ces espèces en Mauricie. Dans le domaine porcin, l'Abattoir A. Traha de Yamachiche est l'un de sept abattoirs de porcs d'importance au Québec. Pour ce qui est des bovins de réforme provenant de la région, une très grande majorité est abattue à l'Abattoir Colbex-Levinoff de Saint-Cyrille-de-Wendover, dans la région Centre-du-Québec.

Somme toute, des études précises pour chaque région du Québec concernant la concentration de ces matières résiduelles et autres résidus potentiels pour l'alimentation d'une usine centrale de production de biocombustible et d'engrais sont essentielles au développement de cette filière, car les coûts de transport pourraient compromettre la viabilité d'un tel projet.

Par ailleurs, l'entreprise Bio-Diesel Québec serait en train de construire une usine de biodiesel à Saint-Alexis-des-Monts en Mauricie. Cette usine prévoit transformer 1,5 million de litres d'huiles usées, qu'elle compte obtenir auprès de restaurateurs dans la région de façon à minimiser les coûts de transport (CRAAQ, 2008b). Essentiellement à cause du prix auquel elle achète sa matière première, ce type d'usine représente le modèle d'affaire le plus rentable à l'heure actuelle dans la filière du biodiesel de première génération. Par contre, une telle chaîne d'approvisionnement n'interpelle point le monde agricole.

À ce qui a trait aux animaux morts et aux autres résidus d'activités d'équarrissage, la Mauricie générerait environ 2 000 tonnes de ces matières par année⁷, ce qui représente un potentiel négligeable pour l'exploitation d'une usine de biodiesel de taille optimale. Bien que les producteurs agricoles aient le choix d'appliquer des méthodes reconnues et réalisables pour la disposition des carcasses d'animaux morts à la

⁷ Selon une étude présentement en cours à la Direction de recherches et politiques agricoles (DREPA). Information obtenu de la part de Guylain Charron, communication personnelle.

ferme, la très grande majorité ont recours aux services d'équarrisseurs. Nous pouvons alors croire que le potentiel énergétique contenu dans ces matières est exporté à l'extérieur de la Mauricie, vers des usines de transformation. D'ailleurs, la Fédération des producteurs de bovins du Québec a mandaté les firmes SNC-Lavalin, Deloitte et CGI pour évaluer la faisabilité d'implanter un usine de biocarburant à partir de résidus d'animaux. Le niveau d'investissement requis et les sécurités d'approvisionnement sont les principaux défis associés à un tel projet (FPBQ, 2008b).

Malgré tout, les infrastructures et les réseaux de commercialisation requis pour qu'une industrie du biodiesel se développe, se mettent progressivement en place au Canada. Ainsi, la filière du biodiesel devrait éventuellement représenter un débouché intéressant pour les producteurs de grains oléagineux. Du moins, les producteurs pourront bénéficier des impacts positifs indirects qui découlent du développement de cette filière à l'échelle internationale. À long terme, les usines de biodiesel les plus aptes à demeurer viables financièrement, voir économiquement rentables, seront celles situées là où des matières premières bon marché sont facilement et suffisamment accessibles, où les autres coûts de production sont relativement peu élevés, où le produit fini peut être commodément commercialisé et où les subsides gouvernementaux sont avantageux.

3.4 Biocarburants de deuxième et troisième générations

Des avancées dans le domaine de la génétique et des pratiques agricoles peuvent augmenter l'efficacité de la production de biocarburant à partir de denrées agricoles conventionnelles, mais ne peuvent éclipser le potentiel que représente la production de biocarburant à l'aide des technologies de « deuxième génération » et de « troisième génération », qui seraient en mesure d'utiliser différentes sources de biomasse.

Dans le contexte actuel de crise de revenu dans les secteurs agricole et forestier du Québec, la production de carburants renouvelables se profile comme étant une nouvelle avenue prometteuse qui permettrait aux producteurs de diversifier et d'augmenter leurs revenus. Cependant, les premières étapes conduisant à la production d'éthanol cellulosique à partir de la matière ligno-cellulosique comportent encore des défis sur le plan technologique. Du fait que la rentabilité des procédés reste à démontrer, la production de biocarburants de deuxième et troisième générations ne se fait pas encore à l'échelle industrielle et, pour l'heure, la filière prédominante est celle des biocarburants de première génération. Par contre, les efforts et les montants d'argent alloués aux activités de recherche et de développement dans ce domaine laissent envisager un avenir certain pour la filière des biocarburants de prochaines générations.

Les biocarburants issus de procédés de deuxième et troisième générations (éthanol cellulosique et diesel synthétique) ont le potentiel de pouvoir être produits à partir de n'importe quelle matière première qui contient de la cellulose et des corps gras. Parmi celles-ci, les résidus forestiers (bois déclassé suite à une attaque par des maladies ou des ravageurs, branches non-commercialisables, résidus de scierie, etc.), les résidus de maïs (les feuilles et les tiges), la paille, ainsi que les plantes herbacées à haute production de biomasse (panic érigé ou *Panicum virgatum*, *miscanthus giganteus*, etc.) sont souvent cités comme étant des sources de matière première novatrices pour l'industrie. En fait, la production de biocarburant à partir de ces sources de biomasse peut potentiellement mener à des avantages environnementaux sensiblement plus élevés que ceux associés aux biocarburants de première génération et à des avantages économiques liés au coût avantageux des différentes matières premières.

Avant que les infrastructures pour la production de biocarburant à partir de matières cellulosiques puissent être édifiées, certaines questions liées à la logistique de la chaîne d'approvisionnement des matières premières (récolte, entreposage et transport) doivent être abordées. Par exemple, quel sera le prix de vente de cette biomasse ? Ce prix sera-t-il établi sur une base « au champ » ou « livrée à l'usine » ? Qui assumera les frais liés à l'entreposage et au transport de la biomasse tout au long de l'année ? Ces maillons de la chaîne d'approvisionnement compromettent-ils la qualité des matières ligno-cellulosiques ?

En d'autres mots, avant d'initier la construction d'usines pour valoriser le potentiel de production de biocarburant à partir des matières ligno-cellulosiques, il sera primordial que les secteurs agricole et forestier aient organisé des réseaux d'approvisionnement efficaces à l'échelle régionale. Avant tout, ces réseaux devront garantir une uniformité et une régularité dans les approvisionnements, ce qui représente un défi considérable en envisageant le caractère saisonnier des productions agricoles et forestières.

Selon les données de l'industrie nord-américaine, l'acheminement de matières cellulosiques ne peut être économiquement viable avec un rayon d'approvisionnement supérieur à 80 km (Kram, 2008). Par contre, cette viabilité économique peut être améliorée par des gains d'efficacité au niveau de la chaîne d'approvisionnement (récolte, stockage, transport). C'est à ce niveau très précis que le milieu agricole peut intervenir dans l'organisation de la nouvelle bio-industrie, en mettant de l'avant une chaîne d'approvisionnement fiable qui permettrait d'offrir des garanties aux entrepreneurs cherchant à valoriser la biomasse disponible localement. Pour ce faire, les enjeux, les défis et les opportunités associés à l'implantation d'une chaîne d'approvisionnement régionale de la biomasse doivent être évalués.

L'industrie des biocarburants est caractérisée par une forte concentration, la présence d'un petit nombre de joueurs et une forte rivalité entre les firmes. D'autre part, les firmes qui dominent déjà l'industrie

détiennent un net avantage sur les firmes qui désirent y entrer, compte tenu de leur accès à la technologie et au savoir. Par ailleurs, le niveau d'investissement requis pour pénétrer le marché vient également entraver la formation de nouveaux joueurs. De jeunes entreprises non-expérimentées, sans élément d'actif, sont moins aptes à réussir dans leur recherche de financement. Cette barrière au développement rend difficile l'entrée de nouveaux producteurs dans l'industrie des biocarburants. Une très forte majorité des usines d'éthanol actuellement en construction en Amérique du Nord sont des sociétés à responsabilité limitée, certaines sont des sociétés par actions et une minorité sont des coopératives sous tutelle des producteurs eux-mêmes.

Ainsi, les différentes possibilités au niveau de l'organisation de la chaîne d'approvisionnement de la biomasse disponible chez les producteurs agricoles de la Mauricie devraient faire l'objet d'une étude plus poussée. Les aspects techniques et financiers des différents maillons d'une telle chaîne d'approvisionnement (récolte, entreposage et transport) doivent être documentés, à savoir comment les producteurs peuvent assurer un approvisionnement constant à moindre coût, tout en faisant preuve de flexibilité en cas d'imprévus. Les aspects liés à la disponibilité de la main d'œuvre dans la région, aux infrastructures routières en place et aux impacts environnementaux d'un marché local de la biomasse sont également à considérer.

Tous les éléments mentionnés ci-dessus démontrent la complexité de développer une bio-industrie à l'échelle régionale, ainsi que les défis auxquels font face les producteurs agricoles pour arriver à tirer le maximum de revenus d'une quelconque valorisation de la biomasse qu'ils produisent. De manière globale, les structures qui permettront une meilleure valorisation de la biomasse agricole et forestière doivent être définies et mises en place par le milieu agricole, de manière à ce que le plein potentiel agro-énergétique de la biomasse puisse être exploité de manière soutenable sur le plan économique, environnemental et social.

3.5 Filière du biogaz

La valorisation de la biomasse par la filière du biogaz permet la production d'une source d'énergie thermique qui pourrait remplacer le propane, le gaz naturel et le mazout. Cette valorisation permet donc d'exploiter un maximum d'énergie contenue dans le biogaz. Quant à elle, la production d'électricité n'est envisageable que lorsque d'importants volumes de biogaz peuvent être produits (CRAAQ, 2008a).

Le coût d'installation d'une unité de méthanisation varierait actuellement entre 2 500 et 5 000 \$ par kilowatt de puissance totale, dépendamment de la taille de l'unité, du rendement en biogaz de la matière traitée ainsi que de l'installation ou non d'une unité de production d'électricité. Ainsi, le coût total d'investissement pour l'installation d'une unité de méthanisation à la ferme pour une ferme porcine

typique du Québec (5 000 porcs), serait d'environ 350 000 \$, avant subventions (CRAAQ, 2008a). Pour une ferme laitière de 180 têtes (100 vaches en lactation plus relève), cet investissement serait de l'ordre de 300 000 \$. De telles installations permettraient de produire la quantité d'électricité pouvant alimenter cinq maisons (450 kWh électriques par jour) ou pouvant remplacer l'équivalent de 100 litres de propane par jour (CRAAQ, 2008a).

D'évidence, ceci représente un investissement majeur pour le producteur agricole sur le plan financier et sur le plan de l'acquisition d'un savoir-faire. La complexité de la technologie et les exigences en matière de gestion des intrants et des effluents exigent du producteur temps et énergie et implique des modifications dans le système de production. Ceci constitue un facteur qui ne doit pas être négligé.

Les volumes de biogaz pouvant être produits à partir de la biomasse de la Mauricie, calculés aux tableaux 22, 23 et 24, présentent un potentiel relativement intéressant. À titre d'exemple, si la totalité du fumier et du lisier provenant des élevages porcins de la région était redirigé vers la filière du biogaz, 3 793 103 kWh d'énergie nette (électricité) pourraient potentiellement être produits. Selon des données de l'industrie serricole (CRAAQ, 1989), une telle production serait suffisante pour alimenter environ 2,3 hectares de serre pour la production de concombres européens. Les facteurs climatologiques, le taux d'efficacité des technologies utilisées et le niveau de pertes à l'intérieur de la serre viendraient par contre modifier cette estimation. Au préalable, des projets de ce genre nécessitent la ratification d'ententes bien définies entre les producteurs d'électricité (éleveurs) et les producteurs serricoles. Par ailleurs, le transport de la biomasse provenant de plusieurs exploitations agricoles sur de trop grandes distances compromettrait la viabilité d'un tel projet. Ainsi, les quantités de biomasse que les éleveurs de la Mauricie seront prêts à acheminer vers ce nouveau débouché et le coût d'une telle organisation, détermineront le potentiel réel de la valorisation des fumiers par cette filière.

Pour l'instant, il n'est pas possible de vendre l'excédent d'électricité produite à partir d'installations de méthanisation à la ferme au réseau d'Hydro-Québec. Les producteurs agricoles avec de telles installations peuvent fournir de l'électricité au réseau d'Hydro-Québec au tarif résidentiel, jusqu'à concurrence de ce qu'ils ont consommé (option que l'on appelle mesurage net). Pour l'heure, cela ne permet pas de rentabiliser les équipements. Ainsi, le milieu agricole revendique l'adoption de mesures qui permettraient aux producteurs de vendre l'excédent de leur production à des tarifs préférentiels, comme cela se fait déjà en Europe, de manière à rentabiliser les investissements requis.

Tel que déjà mentionné, le principal avantage des technologies permettant la production de biogaz est qu'elles permettent de convertir différentes formes de biomasse. Par contre, la figure 16 à la page 56

démontre que les différentes sources de biomasse ne détiennent pas toutes le même potentiel de production. Ainsi, pour la filière du biogaz, l'intégration de sources de biomasse autres que strictement agricoles devrait être envisagée. Par exemple, des partenariats qui permettraient de mettre en commun la biomasse produite par le secteur agricole et celle provenant de compagnies de transformation d'aliments ou celle des municipalités (déchets organiques domestiques), faciliteraient la production d'un volume plus important de biogaz, ce qui rendrait l'investissement plus attrayant. Aussi, l'intégration des graisses animales (déchets d'abattoir) et des animaux morts à cette filière suscite un certain intérêt, bien que complexe sur le plan technique. D'ailleurs, ces matières sont valorisables par plus d'une technologie et donc par plus d'une filière. Le tableau 25 présente les principaux avantages et désavantages des différentes options technologiques qui permettraient de valoriser les boues d'usines d'abattage et de découpe. Selon l'étude de préfaisabilité, dont est tiré ce tableau (Gagnon *et al.*, 2005), la viabilité économique d'une unité valorisant ces matières serait davantage assurée par le procédé de gazéification commercialisé par la compagnie Enerkem Technologies Inc. Cette technologie permet de combiner la production de biogaz à celles de biodiesel et de minéraux.

TABLEAU 25 : AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES DES OPTIONS DE VALORISATION DES BOUES D'USINES D'ABATTAGE ET DE DÉCOUPE

Options	Avantages	Désavantages
Biodiesel (trans estérification)	<ul style="list-style-type: none"> Fonctionnel à l'échelle industrielle Rendement de 100 % Coût de revient du biodiesel supérieur à celui du gaz Bilan énergétique positif Procédé fonctionnel avec des matières premières humides 	<ul style="list-style-type: none"> Applicable seulement aux résidus graisseux Les composantes protéiques et glucidiques demeurent non valorisées
Méthanisation	<ul style="list-style-type: none"> Diminution des gaz à effet de serre Digestat sans odeur Fonctionnel à l'échelle industrielle Valeur ajoutée par rapport au compost 	<ul style="list-style-type: none"> Exige un prétraitement des déchets organiques (broyage) Coût de revient du gaz inférieur à celui du biodiesel
Pyrolyse ou Thermolyse	<ul style="list-style-type: none"> Produit des huiles à faible viscosité, elles brûlent mieux Produit également du charbon 	<ul style="list-style-type: none"> Ne s'appliquerait pas au traitement des boues de façon rentable à cause de leur teneur en humidité Disponible à l'échelle industrielle
Procédé de conversion thermique	<ul style="list-style-type: none"> Utilise toutes sortes de déchets (organiques, inorganiques et minéraux) Les produits finaux sont facilement séparables Bilan énergétique positif Production d'une gamme de produits : huile, charbon, fertilisants Rendement théorique supérieur à Enerkem 	<ul style="list-style-type: none"> N'a pas fait encore ses preuves à l'échelle industrielle Licences non disponibles Demande des investissements importants actuellement Les matières premières humides compromettent la rentabilité du procédé
Proposition Enerkem	<ul style="list-style-type: none"> Combine les avantages de la méthanisation, la production de bio-huile Production d'une gamme de produits : huile, fertilisant, glycérine Technologie développée et disponible au Québec actuellement Investissements inférieurs à TCP Énerkem détient également un brevet TCP 	<ul style="list-style-type: none"> Rendement théorique inférieur à TCP La combinaison de technologies n'a pas fait ses preuves à l'échelle industrielle

Source : Gagnon et al., 2005.

Bien qu'ils n'assurent pas directement la rentabilité des installations de méthanisation à la ferme, le biogaz comporte certains autres avantages. Notamment, le producteur accède à une plus grande autonomie en combustible pour la production de chaleur et à une réduction de ses coûts d'achat d'électricité, si son installation comporte une unité de production d'électricité. La vente de l'effluent résiduel (biomasse digérée) comme matière fertilisante peut également représenter un revenu additionnel pour l'entreprise, considérant que le prix des fertilisants est en forte augmentation. Le Canada est présentement à développer la structure réglementaire nécessaire afin de permettre aux promoteurs de projets qui visent à mitiger les émissions de gaz à effet de serre (notamment par la production de biogaz à l'aide biodigesteur) d'obtenir des crédits de carbone pour leur activité. Ainsi, avec l'arrivée imminente du marché du carbone au Canada, la vente de crédits de carbone pourrait vraisemblablement devenir une source additionnelle de revenu intéressante pour les producteurs agricoles.

D'emblée, le défi de cette filière se situe au niveau de la rentabilité des investissements pour la construction et la mise en opération des installations requises. Ce défi peut cependant être relevé par la mise en place de modèles d'affaires qui assurent une production maximale de biogaz et une valorisation optimale du méthane produit, idéalement par l'entremise de la voie thermique.

3.6 Autres filières

La valorisation de la biomasse agricole et forestière est un phénomène nouveau, qui suscite de plus en plus l'intérêt des producteurs et des industriels. Cet intérêt est alimenté par le contexte économique actuel des secteurs énergétique et agricole, caractérisé par des prix constamment à la hausse. Tout porte à croire que le marché de la biomasse sera appelé à se développer davantage et à se fragmenter. Les différentes sources de biomasse pourront être valorisées en fonction de leurs caractéristiques spécifiques, non seulement pour la production de biocarburants, mais aussi pour la production de plusieurs autres bioproduits.

En général, les principaux obstacles au développement des biocarburants au Québec sont : les coûts de production (comprenant les coûts liés aux essais pour répondre aux normes en vigueur ; des économies d'échelle sont nécessaires pour que le processus soit économiquement viable), l'accès au financement, la concurrence pour la terre, la disponibilité de nouvelles technologies et les politiques. Actuellement, l'offre est insuffisante au Québec pour faire face à une demande croissante d'éthanol. Les producteurs québécois ont là une opportunité à saisir, car autrement cette demande sera comblée à travers les produits importés. Toutefois, la stratégie à adopter par les producteurs afin de tirer le plus d'avantages possibles du développement de l'industrie des biocarburants reste à définir.

L'augmentation de la production de biomasse spécifiquement destinée aux filières énergétique est limitée par le dilemme de la poule et de l'oeuf que connaît le développement de l'industrie agro-énergétique à l'heure actuelle. Du fait que celle-ci soit encore au tout début de son existence, très peu d'individus sont prêts à assumer le risque financier associé à l'investissement que représente la construction d'installations valorisant la biomasse agricole et forestière. En fait, tant que l'approvisionnement en biomasse ne peut être garanti, ce risque demeure élevé. De la même manière, tant qu'aucun marché de la biomasse n'est mis en place et fonctionnel, les producteurs agricoles seront toujours réticents à engager des parts significatives de leur production dans les filières des biocarburants et du biogaz. Ceci explique notamment pourquoi la culture de plantes herbacées à haute production de biomasse (*panic érigé* ou *Panicum virgatum*, *miscanthus giganteus*, etc.) se développe modérément au Québec. Nonobstant, la construction d'une usine de fabrication de granules de biomasse viendrait convenablement appuyer ce développement.

Toutefois, il semble que ceci ne soit pas réalisable sans l'appui des gouvernements aux niveaux des investissements et des activités de recherche et développement.

Inévitablement, les producteurs agricoles ne sont pas disposés à s'aventurer seuls dans le développement des filières agro-énergétiques. Des partenariats basés sur la complémentarité, la synergie, la confiance et l'équité sont non seulement envisageables, mais fondamentaux. La signature de contrats d'approvisionnement qui assureront l'approvisionnement de la biomasse d'intérêt à long terme est essentielle à ce développement. De manière plus globale, le milieu agricole devrait mobiliser les ressources dont il dispose pour élaborer une stratégie de développement des différentes filières agro-énergétiques adaptée à la réalité locale, de manière à ce que les producteurs agricoles puissent y occuper un rôle prépondérant.

CONCLUSION

Ce rapport a permis d'offrir une vue d'ensemble du secteur agricole en Mauricie et du potentiel de production de biomasse qu'il renferme. Également, il dresse une vue d'ensemble des diverses technologies de transformation de la biomasse en énergie. De fait, le potentiel de production d'énergie à partir de la biomasse des fermes de la Mauricie peut être exploité de plusieurs manières.

Cette analyse revêt une importance capitale dans un contexte où le secteur agricole, qui constitue depuis fort longtemps le fer de lance des économies rurales du Québec, connaît présentement des difficultés accrues en ce qui a trait aux revenus, et ce, dans plusieurs secteurs de production. Ainsi, l'intérêt pour l'utilisation de la biomasse agricole à des fins énergétiques constitue une opportunité de diversification et de valorisation des ressources locales, en l'occurrence celles du secteur agricole.

Au-delà de l'engouement suscité par l'essor de l'agro-énergie, d'aucuns s'interrogent sur les gains concrets dont pourront bénéficier les communautés, qu'ils soient de nature économique, environnementale ou encore sociologique (CEPAF, 2007). Par contre, face aux incertitudes de cet essor, notamment au sein de la Mauricie, les producteurs agricoles doivent gérer les risques qui y sont associés. L'ensemble des informations contenues dans ce rapport permettra aux agriculteurs de prendre des décisions plus éclairées quant aux possibilités d'investissement qui s'offrent à eux. De plus, ce rapport doit être perçu comme un outil qui aidera à élaborer des stratégies de développement adaptées à la réalité locale et aux contextes des différentes filières agro-énergétiques.

BIBLIOGRAPHIE

A.-M. Ouellet et al. (2006), Les acides gras dans les plantes fourragères, Québec. <http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/documents/Acides%20gras%20des%20fourrages.pdf>

Alvo P., P. Savoie, D. Tremblay, J.-P. Émond et G. Turcotte (1996). *A systems approach for the evaluation of ethanol production based on forages*. Bioresource Technology 56, pp. 61-68.

Bourgault, C. (2007). « Défis de la mise en oeuvre d'une usine de biodiesel ». Colloque biodiesel au Québec... à la croisée des chemins!, Sainte-Foy, Quebec, le 5 juin, 2007.

Bruce, M. (2007). *U.S. Department of Energy Biomass Program*. Présentation de conference, Platts Cellulosic Ethanol and Second Generation Biofuels Conference. Chicago, Octobre 2007.

Bryan & Bryan Inc. (BBI, 2006). *Feasibility Study for a Biodiesel Refining Facility in the Regional Municipality of Durham*. For the Regional Municipality of Durham Ontario. Disponible sur internet : <http://www.durhambusiness.ca/corporate/biodieselfeasibility.pdf>, 119 p.

Bureau d'études IRCO sprl (2002). *Vade mecum technique et administratif relatif à la biométhanisation de biomasse humide en Région wallone pour les installations d'une puissance maximale de 10 MWth*. Disponible en ligne : <http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-6779-.html>, 51 p.

Centre d'expertise sur les produits agroforestiers, CEPAF (2007), La production de biocarburants dans les milieux ruraux du Québec, Québec. <http://www.cepafr.ca/pdf/biocarbur.pdf>

Centre de recherche en agriculture et agroalimentaire du Québec (2003). Guide de référence en fertilisation – 1^{ère} édition. Québec.

Centre de recherche en agriculture et agroalimentaire du Québec (2003). Période transitoire – Charges fertilisantes des effluents d'élevage. Québec.

CRAAQ – Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (2008a). *La biométhanisation à la ferme*. Publication n° EVC 033, 18 p.

CRAAQ – Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (2008b). *La production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses*. Publication n° EVC 031, 20 p.

CRAAQ – Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (1989). *Production en serres – Budgets (incluant concombre européeens, tomates sous tunnel, plantes vertes et les potées fleuries de rosier, poinsettia et géranium)* Publication n° AGEX 290/821x, 21 p.

Crockett, John, Charles L. Peterson et Paul Mann (2006). *Feasibility Study for Commercial Production of Biodiesel in the Treasure Valley of Idaho*. Prepared for the Idaho Department of Water Resources, contract no. CON00642. College of Biological & Agricultural Engineering, University of Idaho. Disponible sur internet : http://www.idwr.idaho.gov/energy/alternative_fuels/FeasibilityStudy.pdf, 50 p.

Dépenses en immobilisation et en réparation des secteurs privé et public, par région administrative, Québec, 1998-2007, Québec http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econom_finnec/conjn_econom/inves/privepublic_ra_1998-2007.htm

Desrochers, Luc (2008). *Résultats de recherché: coûts d'approvisionnement dans le Bas-Saint-Laurent et en Outaouais*. 2^{ème} Symposium sur la valorisation de la biomasse forestière et des résidus de transformation. Château Cartier, Gatineau, 22-23 avril 2008.

Easson D.L., Forbes E.G.A. et V.B. Woods (2004). *Potential of cropping for liquid biofuels in Northern Ireland; an evaluation of the impact of the EU directive on promotion of biofuels for transport (2003/30/EC) on the market for biofuels in Northern Ireland*. Departement of agriculture and rural development for northern ireland, Hillsborough. June 2004.

Environnement Canada(2006), Rapport d'inventaire national 1990-2005 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, Ottawa.
http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/a3_3_fra.cfm#ta3_15

FPBQ – Fédération des producteurs de bois du Québec (2008a). *Portrait statistiques 2007 : Pour une forêt privée à l'avant-scène.* Site internet de la FPBQ : http://www.fpbq.qc.ca/download.php?chemin=upload/editeurDocument/DOC_11_112.pdf, 2 p.

FPBQ – Fédération des producteurs de bovins du Québec (2008b). *Hier aujourd'hui demain, innover pour nourrir notre monde.* Rapport annuel 2007, 24 p.

Gagnon, Rémi, Maria Barriga et Geneviève Martin (2005). *Évaluation du potentiel de valorisation des boues d'usines d'abattage et de découpe.* Cinthech Agroalimentaire, rapport final. Présenté au Conseil d'administration du Fonds de développement de la transformation alimentaire (F.D.T.A.), 37 p.

Gouvernement du Québec (2007). « Près de 25 millions de dollars d'investissements dans la recherche sur l'éthanol cellulosique en Estrie». Communiqués du 7 juin 2007. [en ligne] < <http://www.premier-ministre.gouv.qc.ca/salle-de-presse/communiques/2007/juin/2007-06-07.shtml> >.

<http://www.agmrc.org/NR/rdonlyres/AA5DBE03-C649-4679-8A29-BCA18E376F2D/0/ksueth1.pdf>, 23 p.

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2003).

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2006), Indicateurs du revenu par habitant, régions administratives et ensemble du Québec, 2002-2006, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/revenu_personnel/rp07_ra-hab.htm
http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil04/struct_econo/agriculture/cultures_quin04.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2007), Bulletin statistique régional 2007 – Mauricie, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/bulletins/bull_regions.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2007), Estimation de la population des régions administratives, au 1^{er} juillet des années 1986 à 2007, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/ra_1986-2007.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2007), Nombre d'emplois, par région administrative, par région métropolitaine de recensement et ensemble du Québec, 1997-2007, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/parnt_etudn_march_travl/pop_active/stat_reg/emploi_reg.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2007), Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base par région administrative du Québec, 2002-2006, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/compt_econm/pib_ra_2002-2006.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2007), Taux de chômage, par région administrative, par région métropolitaine de recensement et ensemble du Québec, 1997-2007, Québec.
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/parnt_etudn_march_travl/pop_active/stat_reg/taux_chomage_reg.htm

Institut de la statistique du Québec – Direction des statistiques économiques et sociales (2008). Superficie des grandes cultures, rendement à l'hectare et production, Capitale-Nationale et Mauricie, 2003-2007. Québec.

http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil04/struct_econo/agriculture/cultures04.htm

Kram, Jerry W. (2008). *Managing Woody Biomass*. Biomass Magazine, édition d'avril, BBI International. Disponible sur internet : http://www.biomassmagazine.com/article.jsp?article_id=1526=, p. 37 à 41.

Laflamme, C. B. (2008). *Utilisation de l'énergie du biogaz de Ferme*. Hydro-Québec – Institut de recherche. Journée agricole sur le porc. Saint-Charles-Borromée, 6 février 2008.

Larivière, Thierry (2008). *Investissement de 153 M \$ à Bécancour*. La Terre de chez nous, vol. 78, numéro 49, 17 janvier 2008, p. 1.

Larivière, Thierry (2007). *Nouvelle usine d'huile de soya à Richmond*. La Terre de chez nous, vol. 78, numéro 26, 2 août 2007, p. 5.

Leduc, Julie, Linda Van-Anh Truong et Richard Royer (2004). *Traitements anaérobies à basse température du lisier de porc et valorisation énergétique du biogaz*. Fiche d'information Innovation technologique, publiée par Environnement Canada, disponible en-ligne : http://www.qc.ec.gc.ca/dpe/publication/innov_fiche_tech_200409a_fr.pdf, 4 p.

Lorne, Daphné (2007). *Les unités pilotes de biocarburants de deuxième génération dans le monde*. Institut Français du Pétrole (IFP), Panorama 2008, le point sur... Voir : www.ifp.fr

Mabee, Warren E., Evan D. G. Fraser, Paul N. McFarlane et John N. Saddler (2006). *Canadian Biomass Reserves for Biorefining*. Applied Biochemistry and Biotechnology, vol. 129-132, p. 22-40.

Ministère de l'agriculture et de la pêche – France (s.d.), Les biocarburants, un atout pour l'indépendance énergétique, l'agriculture et l'environnement, France. <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/LesBiocarburantsUne%20ChancePour.pdf>

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec – Direction régionale (2006). Estimation de la consommation de grains au Québec en 2004-2005. Québec.

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec – Direction régionale (2005). Profil régional de l'industrie bioalimentaire au Québec – Estimations pour 2005. Québec. <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/C0341876-2D00-41A2-BD7E-1319F8CAEEB1/0/ProfilregionalbioalimentaireauQuebec2005.pdf>

Navaratnasamy, Mahendran, Brian Koberstein, Jim Jones et Earl Jenson (2007). *Biogas Energy Potential in Alberta*. Alberta Agriculture and Food, AGRI-FACTS, May 2007, Agdex 768-3, 4 p.

Ressources naturelles Canada (2006). *Bio-Énergie et biomasse*. CTEC – Centre de la technologie de l'énergie de CANMET – Ottawa, Page consultée : http://www.nrcan.gc.ca/se/etb/cetc/cetc01/htmldocs/Publications/factsheet_bioenergy_f.htm

Ressources naturelles Canada (site internet) consultée : http://www.nrcan.gc.ca/se/etb/cetc/cetc01/htmldocs/Publications/factsheet_bioenergy_f.htm

Richardson, James W., Brian K. Herbst, Joe L. Outlaw, David P. Anderson, Steven L. Klose et R. Chope Gill (2006). *Risk Assessment in Economic Feasibility Analysis : The Case of Ethanol Production in Texas*. Agricultural and Food Policy Center, The Texas A&M University System. Disponible sur internet : <http://www.afpc.tamu.edu/pubs/2/447/RR%2006-3.pdf>, 16 p.

Sheehan, John, Andy Aden, Keith Paustian, Kendrick Kilian, John Brenner, Marie Walsh and Richard Nelson (2004). *Energy and Environmental Aspects of Using Corn Stover for Fuel Ethanol*. Journal of Industrial Ecology, volume 7, number 3-4, p. 117-146.

Sine Nomine (2006). *Assessment of the Biodiesel Distribution Infrastructure in Canada*. Préparé pour Ressources Naturelles Canada.

SPFBSL – Syndicat des producteurs forestiers du Bas-Saint-Laurent, 2008. *Facteurs d'équivalence*. Site internet du SPFBSL : <http://www.spfbsl.com/page.php?s=4&ss=6>, consulté le 10 juillet 2008.

Statistique Canada (2001). Recensement de l'agriculture 2001 : Données sur les exploitations et exploitants agricoles. Canada.
http://www.statcan.ca/francais/freepub/95F0302XIF/2001001/farmdata_f.htm

Statistique Canada (2003). Étude sur les besoins alimentaires des animaux 1999-2001. p.74. Canada.
<http://www.statcan.ca/francais/freepub/23-501-XIF/23-501-XIF2003001.pdf>

Statistique Canada (2004), La gestion des fumiers au Canada, Ottawa.
<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/Statcan/21-021-M/21-021-MIF2004001.pdf>

Statistique Canada (2006), Recensement de l'agriculture 2006 : Données sur les exploitations et exploitants agricoles. Canada.
<http://www.statcan.ca/francais/freepub/95-629-XIF/95-629-XIF2007000.htm>

Statistique Canada (2007), Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : information socioéconomique 2007, Ottawa.
http://www.statcan.ca/francais/freepub/16-253-XIF/2007000/part1_f.htm (tableaux 24 à 35)

Statistique Canada (2007). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : information socioéconomique 2007*, Ottawa, http://www.statcan.ca/francais/freepub/16-253-XIF/2007000/part1_f.htm (tableaux 24 à 35).

Superficie des grandes cultures, rendement à l'hectare et production, Mauricie et Centre-du-Québec, 1998-2002. Québec.

TDDC – Fondation pour l'appui technologique canadien au développement durable (2006). *Carburant renouvelable – biocarburants ; analyse d'investissement du DD^{MC}*, Version 2, disponible sur internet : <http://www.sdtc.ca/fr/knowledge/RenewableFuel-Biofuels.pdf>, 114p.

Théobald, Olivier, Hélène Fruteau et Yves Membrez (2004). *Réalisation d'un référentiel technico-économique des unités de méthanisation de produits organiques agricoles et non agricoles à petite échelle en Europe – résumé*. Contrat n° 0375C0057 pour l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), 11 p.

Whims, John (2002). *Corn Based Ethanol Costs and Margins*. Sparks Companies Inc., for the Department of Agricultural Economics, Kansas State University, Agricultural marketing resource center.

Annexes

Annexe 1 : Découpages géographiques utilisés pour fin d'analyse

Découpage géographique des recensements canadiens de l'agriculture en 2001 et en 2006

DIVISION DE RECENSEMENT (DR) 2001	MUNICIPALITÉ	DIVISION DE RECENSEMENT (DR) 2006	MUNICIPALITÉ
Mékinac	Lac-aux-Sables Saint-Adelphe Saint-Séverin Saint-Tite Hérouxville Sainte-Thècle	Mékinac	Lac-aux-Sables Saint-Adelphe Saint-Séverin Saint-Tite Hérouxville Sainte-Thècle
Le Centre-de-la-Mauricie	Charette Saint-Élie Saint-Boniface-de-Shawinigan Notre-Dame-du-Mont-Carmel Grand-Mère	Shawinigan Francheville	Shawinigan Trois-Rivières Sainte-Anne-de-la-Pérade - Batican Sainte-Geneviève-de-Batican
Francheville	Sainte-Anne-de-la-Pérade Saint-Prosper Saint-Stanislas Sainte-Geneviève-de-Batican Batican Champlain Saint-Luc-de-Vincennes Saint-Narcisse		Champlain Saint-Luc-de-Vincennes Saint-Maurice Notre-Dame-du-Mont-Carmel Saint-Narcisse Saint-Stanislas Saint-Prosper Maskinongé
Maskinongé	Sainte-Marthe-du-Cap Pointe-du-Lac Saint-Étienne-des-Grès Saint-Joseph-de-Maskinongé Louiseville Yamachiche Saint-Barnabé Saint-Sévère		Louiseville Yamachiche Saint-Barnabé Saint-Sévère Saint-Léon-le-Grand Sainte-Ursule Saint-Justin Sainte-Angèle-de-Prémont Saint-Paulin Charette Saint-Boniface Saint-Étienne-des-Grès
Le Haut-Saint-Maurice	Saint-Paulin La Croche	La Tuque	La Tuque

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
RAPPORT FINAL

Découpage géographique par municipalités régionales de comté (MRC)

Municipalités régionales de comté (MRC) 2001	MUNICIPALITÉ	Municipalités régionales de comté (MRC) 2006	MUNICIPALITÉ
Mékinac	Lac-aux-Sables	Shawinigan	Shawinigan
	Saint-Adelphe	Trois-Rivières ³	Trois-Rivières
	Saint-Séverin	Mékinac ¹	Lac-aux-Sables
	Saint-Tite		Saint-Adelphe
	Hérouxville		Saint-Séverin
	Sainte-Thècle		Saint-Tite
Maskinongé	Charrette		Hérouxville
	Saint-Élie		Sainte-Thècle
	St-Boniface-de-Shawinigan	Maskinongé ²	Maskinongé
	St-Étienne-des-Grès		Louiseville
	St-Joseph-de-Maskinongé		Yamachiche
	Louiseville		Saint-Barnabé
	Yamachiche		Saint-Sévere
	Saint-Barnabé		Saint-Léon-le-Grand
	Saint-Sévere		Sainte-Ursule
	Saint-Léon-le-Grand		Saint-Justin
	Sainte-Ursule		Sainte-Angèle-de-Prémont
	Saint-Justin		Saint-Paulin
	Sainte-Angèle-de-Prémont		Charrette
	Saint-Paulin		Saint-Boniface
Les Chenaux ³	Ntre-Dame-du-Mt-Carmel		Saint-Étienne-des-Grès
	Grand-Mère	Les Chenaux	Ste-Anne-de-la-Pérade
	Ste-Anne-de-la-Pérade		Batiscan
	Saint-Prosper		Ste-Gen.-de-Batiscan
	Saint-Stanislas		Champlain
	Ste-Gene.-de-Batiscan		Saint-Luc-de-Vincennes
	Batiscan		Saint-Maurice
	Champlain		Ntre-Dame-du-Mt-Carm.
	St-Luc-de-Vincennes		Saint-Narcisse
	Saint-Narcisse		Saint-Stanislas
	Saint-Maurice		Saint-Prosper
	Ste-Marthe-du-Cap	La Tuque	La Tuque
	Pointe-du-Lac		
Le Haut-Saint-Maurice (La Tuque)	La Croche		

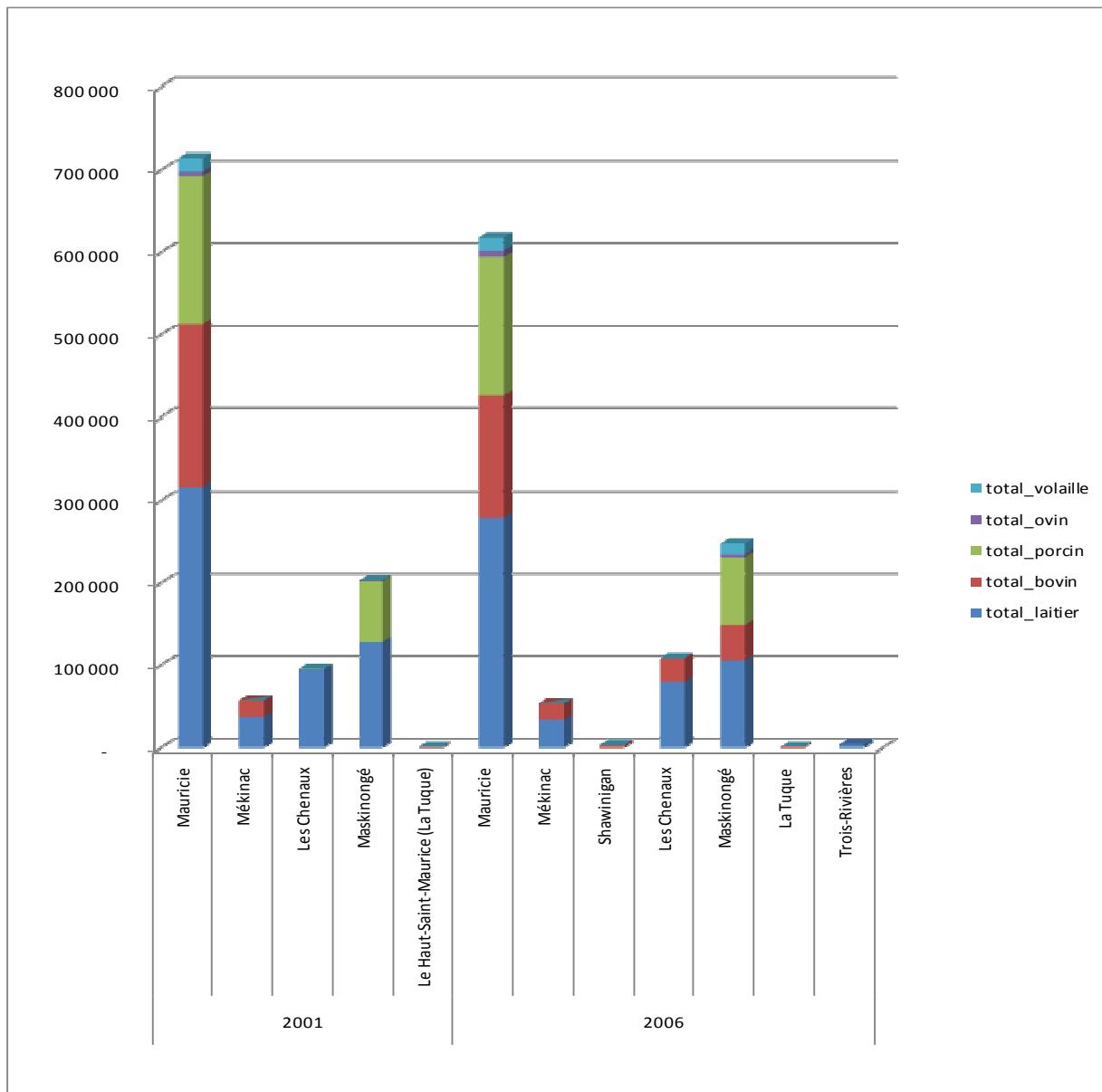
¹ À cause de contraintes de confidentialité, les données pour les municipalités de Grandes-Piles, Lac-Boulé, Lac-Masketsi, Lac-Normand, Notre-Dame-de-Montaupan, Rivière-de-la-Savane, Saint-Roch-de-Mékinac et Trois-Rives sont regroupées au sein des données pour les municipalités de Lac-aux-Sables et Hérouxville. Certaines données sont regroupées pour une ou plusieurs régions géographiques du fait que celles-ci comptent très peu de fermes (Statistique Canada, Recensement de l'agriculture 2006).

² À cause de contraintes de confidentialité, les données pour les municipalités de Saint-Alexis-des-Monts, Saint-Édouard-de-Maskinongé, Saint-Élie-de-Caxton et Saint-Mathieu-du-Parc sont regroupées au sein des données pour la municipalité de Sainte-Angèle-de-Prémont.

³ Les données de la MRC Les Chenaux pour l'année de recensement 2001 inclus plusieurs municipalités qui font maintenant partie de l'agglomération de Trois-Rivières. Les données de ces territoires sont donc rapportées à l'intérieur de la MRC de Trois-Rivières pour l'année de recensement 2006.

Annexe 2 : Production de la biomasse en Mauricie répartie par municipalités régionales de comté (MRC)

RÉPARTITION PAR MRC DU FUMIER PRODUIT PAR LE CHEPTEL ANIMAL ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



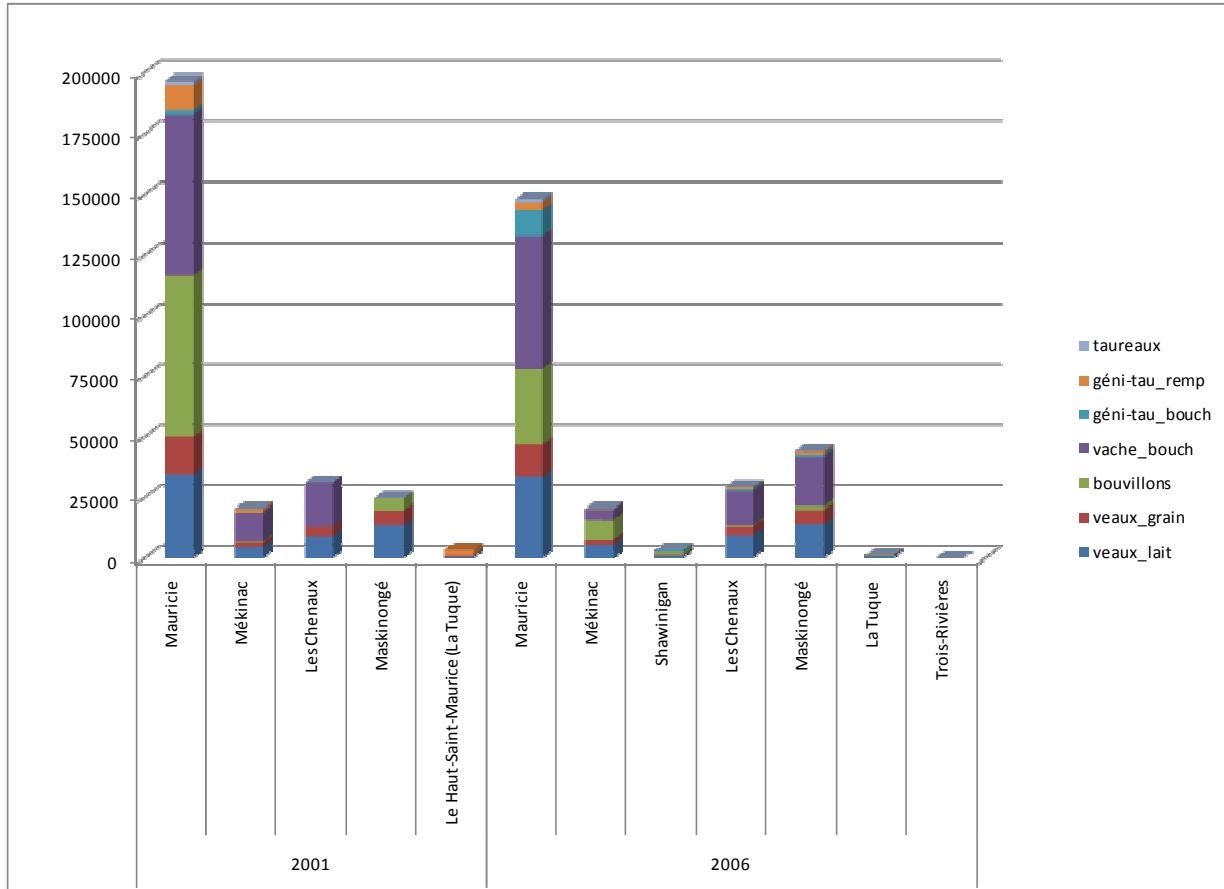
Sources : Statistique Canada et compilations internes (voir tableau de données ci-dessous).

TABLEAU DE DONNÉES

Masse de fumier (en tonnes métriques)		total_laitier	total_bovin	total_porcin	total_ovin	total_volaille	Total_bétail
<u>2001</u>	Mauricie	316 178	196 651	179 592	5 548	16 486	714 456
	Mékinac	37 676	20 278	-	-	x	57 954
	Les Chenaux	94 729	x	834	14	-	95 578
	Maskinongé	128 521	x	73 553	854	x	202 928
	Le Haut-Saint-Maurice (La Tuque)	x	858	-	-	x	858
<u>2006</u>	Mauricie	278 347	147 998	167 688	7 897	16 275	618 205
	Mékinac	34 148	20 347	-	x	-	54 495
	Shawinigan	25	3 178	-	x	-	3 203
	Les Chenaux	79 112	29 300	-	x	-	108 412
	Maskinongé	105 548	43 982	81 803	3 501	11 963	246 797
	La Tuque	25	1 226	-	x	-	1 252
	Trois-Rivières	3 930	-	-	x	-	3 930

x : données confidentielles

RÉPARTITION PAR MRC DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR BOVIN ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



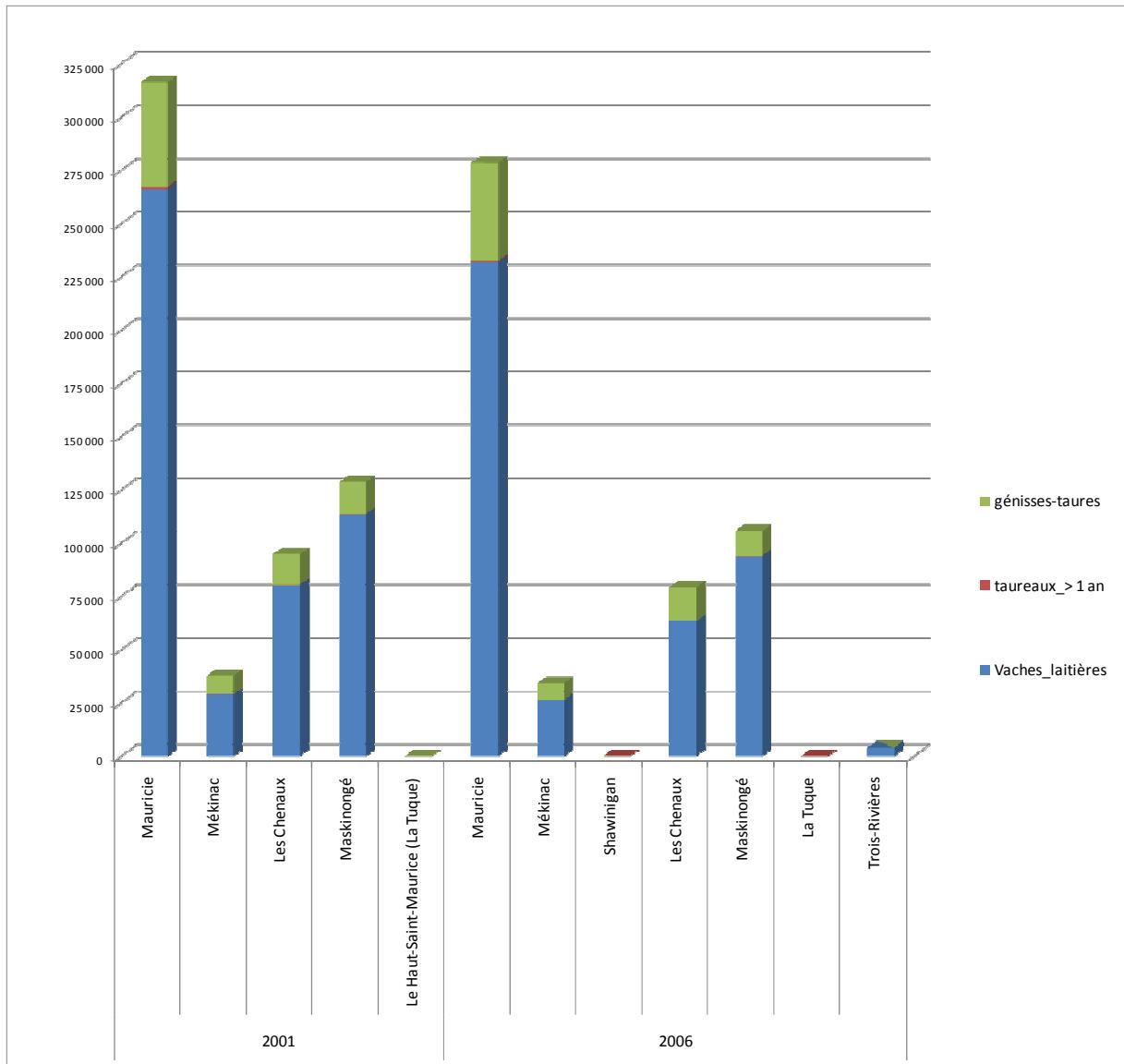
Sources : Statistique Canada et compilations internes (voir tableau de données ci-dessous).

TABLEAU DE DONNÉES

Masse de fumier (en tonnes métriques)		veaux_lait	veaux_grain	bouvillons	vache_bouch	géni- tau_bouch	géni- tau_remp	taureaux	total_bovin
2001	Mauricie	34 584	15 449	66 398	66 166	2 020	10 476	1 557	196 651
	Mékinac	4 472	1 998	372	12 187	68	1 147	34	20 278
	Les Chenaux	9 141	4 083	x	17 966	x	x	x	x
	Maskinongé	13 688	6 114	4 762	x	x	x	163	x
	Le Haut-Saint- Maurice (La Tuque)	593	265	0	0	0	2 491	0	858
2006	Mauricie	33 643	13 159	31 402	54 515	10 797	3 167	1 315	147 998
	Mékinac	5 473	2 141	8 340	4 150	0	205	39	20 347
	Shawinigan	807	316	1 397	0	642	0	17	3 178
	Les Chenaux	9 472	3 705	532	13 942	969	648	31	29 300
	Maskinongé	14 289	5 589	1 769	20 383	921	887	144	43 982
	La Tuque	689	269	252	0	0	0	17	1 226
	Trois-Rivières	0	0	0	0	0	0	0	0

x : données confidentielles

RÉPARTITION PAR MRC DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR LAITIER ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



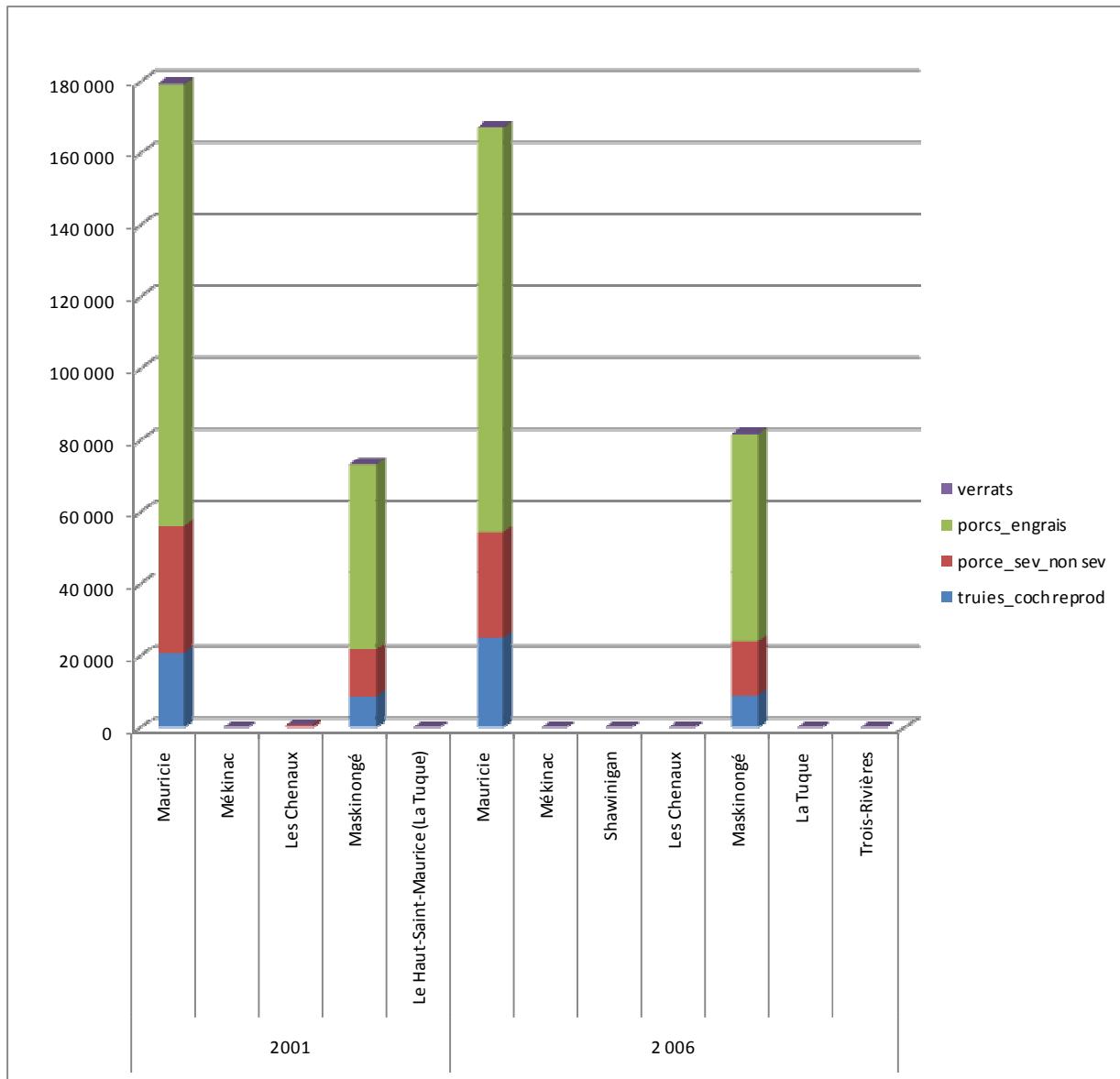
Sources : Statistique Canada et compilations internes (voir tableau de données ci-dessous).

TABLEAU DE DONNÉES

Masse de fumier (en tonnes métriques)		Vaches_laitières	taureaux_> 1 an	génisses-taures	total_laitier
<u>2001</u>	Mauricie	266 193	796	49 190	316 178
	Mékinac	28 914	53	8 710	37 676
	Les Chenaux	80 104	189	14 436	94 729
	Maskinongé	113 274	250	14 997	128 521
	Le Haut-Saint-Maurice (La Tuque)	0	0	0	x
<u>2006</u>	Mauricie	231 662	672	46 013	278 347
	Mékinac	26 139	60	7 949	34 148
	Shawinigan	0	25	0	25
	Les Chenaux	63 240	47	15 825	79 112
	Maskinongé	93 677	220	11 651	105 548
	La Tuque	0	25	0	25
	Trois-Rivières	3 930	0	0	3 930

x : données confidentielles

RÉPARTITION PAR MRC DU FUMIER PRODUIT PAR LE SECTEUR PORCIN ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



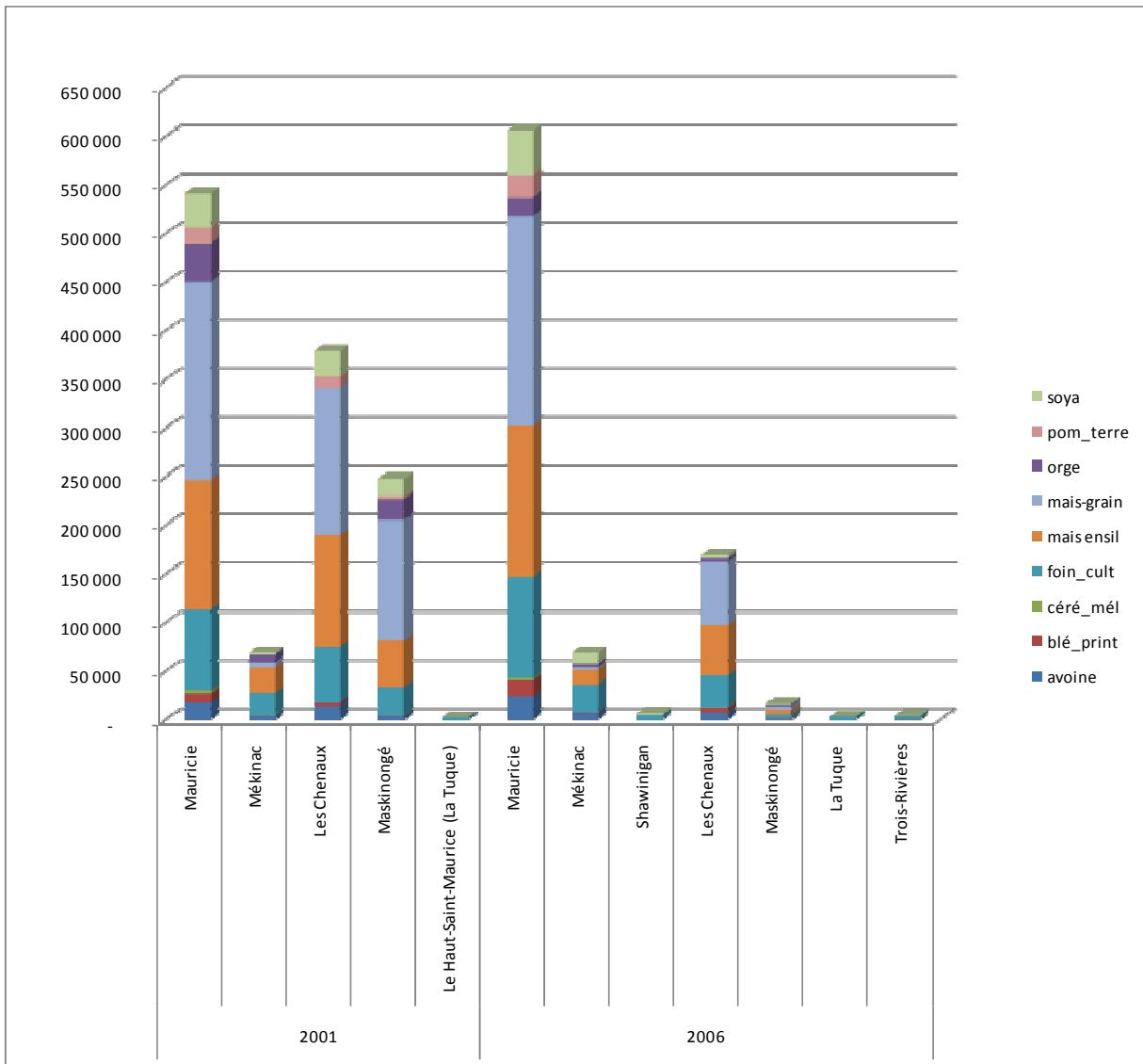
Sources : Statistique Canada et compilations internes (voir tableau de données ci-dessous).

TABLEAU DE DONNÉES

Massee de fumier (en tonnes métriques)		truies_coch reprod	porce_sev_non sev	porcs_engrais	verrats	total_porcin
<u>2001</u>	Mauricie	20 764	35 563	122 898	366	179 592
	Mékinac	0	0	0	0	0
	Les Chenaux	0	834	0	0	834
	Maskinongé	8 877	12 950	51 550	177	73 553
	Le Haut-Saint-Maurice (La Tuque)	0	0	0	0	0
<u>2006</u>	Mauricie	25 252	29 225	112 976	233	167 687
	Mékinac	0	x	x	0	0
	Shawinigan	x	x	0	x	0
	Les Chenaux	x	0	x	x	0
	Maskinongé	9 116	15 154	57 401	132	81 803
	La Tuque	0	0	0	0	0
	Trois-Rivières	0	0	0	0	0

x : données confidentielles

RÉPARTITION PAR MRC DE LA QUANTITÉ DE BIOMASSE VÉGÉTALE PRODUITE PAR LES GRANDES CULTURES ENTRE 2001 ET 2006 (EN TONNES MÉTRIQUES)



Sources : Statistique Canada et compilations internes (voir tableau de données ci-dessous).

TABLEAU DE DONNÉES

Masse de fumier (en tonnes métriques)	avoine	blé_print	céré_mél	foin_cult	mais_ensil	mais-grain	orge	pom_terre	soya	tot_cult
2001 Mauricie	17 236	9 201	3 871	82 753	133 567	203 732	39 411	16 830	34 272	540 874
Mékinac	4 396	x	1 054	21 918	26 549	5 144	7 672	x	2 026	68 759
Les Chenaux	14 458	2 749	x	57 863	114 306	152 533	x	10 816	26 658	379 384
Maskinongé	4 578	x	767	28 361	48 412	123 453	21 505	2 532	18 438	248 047
Le Haut-Saint-Maurice										
(La Tuque)	303	-	x	2 182	-	-	-	x	-	2 486
2006 Mauricie	23 899	16 518	2 399	104 192	155 282	215 142	19 328	23 408	45 817	605 985
Mékinac	6 492	806	201	28 704	15 302	2 978	3 187	-	10 903	68 572
Shawinigan	372	-	-	4 765	-	-	-	-	1 586	6 722
Les Chenaux	7 127	4 738	574	32 922	51 740	65 148	3 772	-	3 475	169 495
Maskinongé	828	326	-	4 810	4 641	3 656	1 042	-	552	15 854
La Tuque	598	-	-	2 559	-	-	-	-	-	3 157
Trois-Rivières	433	388	80	2 784	-	-	-	-	615	4 301

x : données confidentielles

Annexe 3 : Répartition municipale du nombre de têtes par secteur d'élevage
(élevages marginaux – autres catégories de bétail) en 2001 et en 2006

2001	œufs	chev_pon	chè-vres	san-gliers	re-nards	bi-sons	che-vreuil	élan	dindons_dindes	tot_aut	tot_bétail	tot_aut / tot_bétail
Mauricie	0	828	1 050	0	0	0	165	684	98775	101502	2 017 879	5,03%
Lac-aux-Sables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	632	0,00%
Saint-Adelphe	0	23	7	0	0	0	0	0	x	30	829	3,62%
Saint-Séverin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 312	0,00%
Saint-Tite	0	65	0	0	0	0	0	0	0	65	1 732	3,75%
Hérouxville	0	77	0	0	0	0	0	0	x	77	723	10,65%
Sainte-Thècle	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24	1 601	1,50%
Charrette	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23	427	5,39%
Saint-Élie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0,00%
St-Boniface-de-Shawin.	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	1 026	0,00%
Notre-Dame-du-Mt-Carmel	0	29	0	0	0	0	0	0	0	29	715	4,06%
Grand-Mère	0	43	0	0	0	0	0	0	0	43	190	22,63%
Ste-Anne-de-la-Pérade	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	1 740	0,00%
Saint-Prosper	0	31	0	0	0	0	0	0	0	31	1 333	2,33%
Saint-Stanislas	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22	2 111	1,04%
Ste-Gene.-de-Batiscan	0	37	222	0	0	0	0	0	x	259	3 298	7,85%
Batiscan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	441	0,00%
Champlain	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18	1 212	1,48%
St-Luc-de-Vincennes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,00%
Saint-Narcisse	0	29	0	0	0	0	0	0	x	29	1 834	1,58%
Saint-Maurice	0	66	0	0	0	0	0	0	x	66	2 516	2,62%
Ste-Marthe-du-Cap	0	76	0	0	0	0	0	0	0	76	465	16,33%
Pointe-du-Lac	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33	74	44,59%
St-Étienne-des-Grès	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14	305 442	0,00%
St-Joseph-de-Maskinongé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 210	0,00%
Louiseville	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	1 059	0,00%
Yamachiche	0	13	0	0	0	0	0	0	x	13	20 267	0,06%
Saint-Barnabé	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22	9 867	0,22%
Saint-Sévère	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 469	0,00%
Saint-Léon-le-Grand	0	17	0	0	0	0	0	0	x	17	20 236	0,08%
Sainte-Ursule	0	11	0	0	0	0	0	0	x	11	2 647	0,42%
Saint-Justin	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18	108 146	0,02%
Ste-Angèle-de-Prémont	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	1 136	1,14%
Saint-Paulin	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14	17 776	0,08%
La Croche	0	16	0	0	0	0	0	0	x	16	246	6,50%

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
 RAPPORT FINAL

2006	œufs	chev_pon	chè-vres	san-gliers	re-nards	bi-sons	che-vreuil	élan	dindons_dindes	tot_aut	tot_bétail	tot_aut / tot_bétail
Mauricie	1455	899	1160	0	0	0	459	530	104417	108920	1 966 664	5,54%
Lac-aux-Sables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241	0,00%
Saint-Adelphe	0	24	0	0	0	0	0	0	x	24	1 089	2,20%
Saint-Séverin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	615	0,00%
Saint-Tite	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26	2 881	0,90%
Hérouxville	0	71	0	0	0	0	0	0	0	71	1 046	6,79%
Sainte-Thècle	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	1 417	2,12%
Shawinigan	97	111	0	0	0	0	0	0	0	208	854	24,35%
Trois-Rivières	0	120	83	0	0	0	0	0	0	203	532	38,16%
Ste-Anne-de-la-Pérade	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	2 216	0,00%
Batiscan	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11	824	1,33%
Ste-Gen.-de-Batiscan	0	37	0	0	0	0	0	0	x	37	954	3,88%
Champlain	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18	1 894	0,95%
Saint-Luc-de-Vincennes	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14	226	6,19%
Saint-Maurice	0	81	14	0	0	0	0	0	0	95	2 240	4,24%
Notre-Dame-du-Mt-Carm.	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12	12	100,00%
Saint-Narcisse	0	31	0	0	0	0	0	0	0	31	1 470	2,11%
Saint-Stanislas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 805	0,00%
Saint-Prosper	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	925	0,00%
Maskinongé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	0,00%
Louiseville	0	6	0	0	0	0	0	0	x	6	499 786	0,00%
Yamachiche	0	22	12	0	0	0	0	0	x	34	19 522	0,17%
Saint-Barnabé	0	52	0	0	0	0	0	0	0	52	12 413	0,42%
Saint-Sévère	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1 655	0,24%
Saint-Léon-le-Grand	0	37	7	0	0	0	0	0	x	44	18 577	0,24%
Sainte-Ursule	0	24	17	0	0	0	0	0	0	41	2 546	1,61%
Saint-Justin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82 429	0,00%
Ste-Angèle-de-Prémont	0	17	7	0	0	0	0	0	0	24	480	5,00%
Saint-Paulin	0	52	0	0	0	0	0	0	0	52	28 428	0,18%
Charrette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 001	0,00%
Saint-Boniface	0	18	4	0	0	0	0	0	x	22	330 532	0,01%
Saint-Étienne-des-Grès	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307 932	0,00%
La Tuque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	0,00%

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada

Annexe 4 : Répartition municipale de la masse de fumier produit par secteur d'élevage en 2001 et en 2006 (en tonnes métriques)

2001	total_laitier	total_bovin	total_porcin	total_ovin	total_volaille	total
Mauricie	316 178	196 651	179 592	5 548	16 486	714 456
Lac-aux-Sables	2 552	4 440	x	0	0	6 992
Saint-Adelphe	1 892	2 136	x	0	0	4 028
Saint-Séverin	11 332	3 105	0	0	x	14 436
Saint-Tite	12 503	3 704	x	x	0	16 207
Hérouxville	809	1 910	0	x	x	2 720
Sainte-Thècle	8 641	5 052	0	x	0	13 692
Charrette	2 720	1 421	x	x	x	4 141
Saint-Élie	192	435	0	x	0	627
St-Boniface-de-Shawin.	6 097	3 215	x	x	x	9 312
Notre-Dame-du-Mt-Carmel	2 321	3 553	0	0	0	5 874
Grand-Mère	44	549	x	14	x	607
Ste-Anne-de-la-Pérade	17 393	2 249	0	x	0	19 642
Saint-Prosper	1 679	3 839	x	x	0	5 518
Saint-Stanislas	10 619	7 054	x	x	x	17 673
Ste-Gene.-de-Batiscan	9 779	4 959	834	0	0	15 572
Batiscan	x	1 646	0	0	0	1 646
Champlain	16 183	39	0	0	x	16 222
St-Luc-de-Vincennes	22	21	x	x	0	43
Saint-Narcisse	8 811	6 026	x	x	x	14 837
Saint-Maurice	24 122	3 266	x	0	x	27 388
Ste-Marthe-du-Cap	3 946	1 123	0	0	0	5 069
Pointe-du-Lac	x	153	x	0	x	153
St-Étienne-des-Grès	2 895	4 683	1 906	0	2 979	12 463
St-Joseph-de-Maskinongé	8 423	3 178	x	x	0	11 601
Louiseville	10 472	1 316	x	x	x	11 788
Yamachiche	21 534	5 073	20 312	x	x	46 919
Saint-Barnabé	12 017	7 567	7 725	494	x	27 803
Saint-Sévère	9 515	2 242	1 490	0	0	13 246
Saint-Léon-le-Grand	22 666	3 975	18 632	360	x	45 633
Sainte-Ursule	14 016	4 751	971	x	x	19 738
Saint-Justin	8 205	7 135	2 634	x	1 008	18 982
Ste-Angèle-de-Prémont	3 019	5 648	x	x	0	8 667
Saint-Paulin	7 000	3 660	19 882	x	0	30 543
La Croche	x	858	0	x	x	858

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada et compilations internes

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
RAPPORT FINAL

2006	total_laitier	total_bovin	total_porcin	total_ovin	total_volaille	total
Mauricie	278 347	147 998	167 688	7 897	16 275	618 205
Lac-aux-Sables	572	631	x	X	0	1 203
Saint-Adelphe	9 428	1 000	x	X	x	10 428
Saint-Séverin	1 766	1 230	0	X	0	2 997
Saint-Tite	12 483	9 458	x	X	0	21 941
Hérouxville	4 613	3 465	0	X	0	8 078
Sainte-Thècle	5 285	4 642	0	X	0	9 927
Shawinigan	25	3 211	x	X	0	3 237
Trois-Rivières	3 930	456	0	X	x	4 386
Ste-Anne-de-la-Pérade	16 595	4 652	0	X	x	21 247
Batiscan	1 425	2 167	0	X	0	3 593
Ste-Gen.-de-Batiscan	7 916	2 138	x	X	0	10 054
Champlain	16 659	1 266	0	X	x	17 925
Saint-Luc-de-Vincennes	1 280	X	x	X	0	1 280
Saint-Maurice	21 251	2 662	x	X	x	23 914
Notre-Dame-du-Mt-Carm.	x	X	x	X	0	x
Saint-Narcisse	5 249	6 830	0	x	x	12 079
Saint-Stanislas	8 737	6 171	x	x	x	14 908
Saint-Prosper	x	3 475	0	x	x	3 475
Maskinongé	x	394	x	x	0	394
Louiseville	8 310	1 270	x	x	4 932	14 512
Yamachiche	14 672	5 605	19 481	x	x	39 758
Saint-Barnabé	10 719	6 047	10 754	x	x	27 520
Saint-Sévère	11 403	3 388	x	x	x	14 790
Saint-Léon-le-Grand	20 474	3 105	17 144	1 114	x	41 838
Sainte-Ursule	14 621	4 930	18	519	x	20 088
Saint-Justin	8 301	5 197	x	x	799	14 297
Ste-Angèle-de-Prémont	2 679	2 112	x	x	x	4 791
Saint-Paulin	8 953	5 466	30 367	x	x	44 787
Charrette	1 707	488	0	1 867	0	4 063
Saint-Boniface	3 699	3 514	x	x	3 260	10 474
Saint-Étienne-des-Grès	9	2 752	4 039	0	2 972	9 773
La Tuque	25	1 260	0	x	x	1 285

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada et compilations internes

Annexe 5 : Répartition municipale des superficies de cultures (cultures marginales – autres types de cultures) en 2001 et en 2006 (en hectares)

2001	luzerne	canola	blé_d_h	seigle	lin	har_sec	saras	cult_div	tot_aut	tot_cult	tot_aut / tot_cult
Mauricie	10587	76	43	15	76	1470	155	34	12456	59777	20,84%
Lac-aux-Sables	158	0	0	0	0	0	0	0	158	780	20,26%
Saint-Adelphe	386	0	0	0	0	0	0	0	386	2040	18,92%
Saint-Séverin	268	0	0	0	0	0	0	0	268	2084	12,86%
Saint-Tite	367	0	0	0	0	0	0	0	367	2702	13,58%
Hérouxville	88	0	0	0	0	0	0	0	88	1090	8,07%
Sainte-Thècle	196	0	0	0	0	0	0	0	196	1553	12,62%
Charrette	132	0	0	0	0	0	0	0	132	947	13,94%
Saint-Élie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	0,00%
St-Boniface-de-Shawin.	354	0	0	0	0	0	0	0	354	1016	34,84%
Notre-Dame-du-Mt-Carmel	249	0	0	0	0	0	0	0	249	843	29,54%
Grand-Mère	146	0	0	0	0	0	0	0	146	680	21,47%
Ste-Anne-de-la-Pérade	652	0	0	0	0	0	0	0	652	4117	15,84%
Saint-Prosper	352	0	0	0	0	0	0	0	352	2289	15,38%
Saint-Stanislas	413	0	0	0	0	0	0	0	413	3009	13,73%
Ste-Gene.-de-Batiscan	342	0	0	0	0	0	0	0	342	2682	12,75%
Batiscan	330	0	0	0	0	0	0	0	330	1606	20,55%
Champlain	486	0	0	0	0	0	0	0	486	2557	19,01%
St-Luc-de-Vincennes	236	0	26	0	0	0	0	0	262	1161	22,57%
Saint-Narcisse	333	0	0	0	0	0	0	0	333	2298	14,49%
Saint-Maurice	756	0	234	0	0	0	0	0	990	3091	32,03%
Ste-Marthe-du-Cap	31	0	0	0	0	0	0	0	31	734	4,22%
Pointe-du-Lac	53	0	0	0	0	0	0	0	53	1356	3,91%
St-Étienne-des-Grès	94	0	0	0	0	0	0	0	94	1704	5,52%
St-Joseph-de-Maskinongé	313	0	0	0	0	0	0	0	313	2847	10,99%
Louiseville	486	0	0	0	0	424	0	0	910	3415	26,65%
Yamachiche	624	0	0	0	0	537	0	0	1161	7220	16,08%
Saint-Barnabé	486	0	0	0	0	0	0	0	486	3090	15,73%
Saint-Sévère	236	0	0	0	0	0	0	0	236	1625	14,52%
Saint-Léon-le-Grand	700	0	0	0	0	0	0	0	700	4355	16,07%
Sainte-Ursule	378	0	0	0	0	0	0	0	378	2583	14,63%
Saint-Justin	475	0	0	0	0	0	0	0	475	3891	12,21%
Ste-Angèle-de-Prémont	117	0	0	0	0	0	0	0	117	826	14,16%
Saint-Paulin	204	0	0	0	0	0	0	0	204	1742	11,71%
La Croche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	515	0,00%

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
RAPPORT FINAL

2006	luzerne	canola	blé_d_h	seigle	lin	har_sec	saras	tot_aut	tot_cult	tot_aut / tot_cult
Mauricie	13 160	225	238	17	24	889	259	14 812	79 074	18,73%
Lac-aux-Sables	0	0	0	0	0	0	0	0	717	0,00%
Saint-Adelphe	453	0	0	0	0	0	0	453	1 774	25,54%
Saint-Séverin	271	0	97	0	0	0	0	368	1 951	18,86%
Saint-Tite	520	0	0	0	0	0	0	520	2 638	19,71%
Hérouxville	240	0	0	0	0	0	0	240	995	24,12%
Sainte-Thècle	0	0	0	0	0	0	0	0	2 062	0,00%
Shawinigan	207	0	0	0	0	0	0	207	1 058	19,57%
Trois-Rivières	318	0	0	0	0	0	0	318	1 221	26,04%
Ste-Anne-de-la-Pérade	646	0	112	0	0	0	0	758	3 352	22,61%
Batiscan	372	0	0	0	0	0	0	372	1 420	26,20%
Ste-Gen.-de-Batiscan	293	0	0	0	0	0	0	293	1 578	18,57%
Champlain	471	0	0	0	0	0	0	471	2 903	16,22%
Saint-Luc-de-Vincennes	446	0	0	0	0	0	0	446	1 172	38,05%
Saint-Maurice	873	0	0	0	0	0	0	873	4 072	21,44%
Notre-Dame-du-Mt-Carm.	0	0	0	0	0	0	0	0	275	0,00%
Saint-Narcisse	565	0	0	0	0	0	0	565	2 111	26,76%
Saint-Stanislas	457	0	173	0	0	0	0	630	3 635	17,33%
Saint-Prosper	506	0	0	0	0	0	0	506	4 172	12,13%
Maskinongé	433	0	267	0	0	127	0	827	1 869	44,25%
Louiseville	547	0	0	0	0	203	0	750	3 120	24,04%
Yamachiche	471	0	108	0	0	344	0	923	5 945	15,53%
Saint-Barnabé	424	0	0	0	0	0	0	424	3 419	12,40%
Saint-Sévère	344	0	0	0	0	0	0	344	2 105	16,34%
Saint-Léon-le-Grand	1 087	0	0	0	0	0	0	1 087	5 290	20,55%
Sainte-Ursule	585	0	58	0	0	0	0	643	2 371	27,12%
Saint-Justin	654	0	210	0	0	0	0	864	4 337	19,92%
Ste-Angèle-de-Prémont	385	0	0	0	0	0	0	385	984	39,13%
Saint-Paulin	294	109	0	0	0	0	0	403	2 214	18,20%
Charrette	199	0	0	0	0	0	0	199	744	26,75%
Saint-Boniface	548	0	0	0	0	0	0	548	1 297	42,25%
Saint-Étienne-des-Grès	93	0	0	0	0	93	0	186	1 984	9,38%
La Tuque	172	0	0	0	0	0	0	172	747	23,03%

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Source : Statistique Canada

Annexe 6 : Répartition municipale de la quantité de biomasse végétale produite par type de culture en 2001 et en 2006 (en tonnes métriques)

2001	avoine	blé_print	céré_mél	foin_cult	mais_ensil	mais-grain	orge	pom_terre	soya	total
Mauricie	17 236	9 201	3 871	82 753	133 567	203 732	39 411	16 830	34 272	540 874
Lac-aux-Sables	170	0	X	2 078	1 692	457	367	0	0	4 763
Saint-Adelphe	473	506	548	3 279	2 126	0	1 522	0	635	9 088
Saint-Séverin	675	717	204	3 656	6 247	957	1 531	0	363	14 349
Saint-Tite	1 100	447	0	4 489	8 589	2 045	2 411	0	488	19 569
Hérouxville	542	607	X	2 936	2 212	0	371	X	0	6 669
Sainte-Thècle	1 436	565	301	X	5 683	1 686	1 471	X	541	11 682
Charrette	481	0	224	1 567	0	2 316	403	0	0	4 993
Saint-Élie	0	0	0	749	0	0	0	0	0	749
St-Boniface-de-Shawin.	0	0	X	1 637	3 948	0	243	0	656	6 483
Notre-Dame-du-Mt-Carmel	611	0	X	1 424	1 692	0	133	X	307	4 166
Grand-Mère	150	0	X	2 222	2 126	0	0	X	0	4 497
Ste-Anne-de-la-Pérade	655	498	111	3 601	18 784	14 388	1 100	X	1 479	40 614
Saint-Prosper	0	818	94	1 662	1 648	7 743	894	0	1 500	14 358
Saint-Stanislas	2 075	654	230	2 778	3 817	3 393	1 604	0	1 873	16 423
Ste-Gene.-de-Batiscan	1 031	620	X	2 386	3 297	9 592	889	X	1 064	18 878
Batiscan	190	0	0	1 657	2 776	4 317	655	X	1 015	10 611
Champlain	0	0	X	1 726	8 806	10 375	862	0	1 318	23 087
St-Luc-de-Vincennes	493	0	X	1 855	1 822	1 501	0	0	778	6 449
Saint-Narcisse	837	160	213	3 115	3 037	4 948	1 237	0	774	14 322
Saint-Maurice	1 047	0	X	X	8 286	9 788	1 288	0	1 639	22 048
Ste-Marthe-du-Cap	178	0	102	2 391	0	772	0	0	244	3 687
Pointe-du-Lac	0	0	X	441	0	6 036	990	3 931	1 025	12 423
St-Étienne-des-Grès	380	0	X	913	4 642	6 819	1 072	2 532	935	17 293
St-Joseph-de-Maskinongé	332	0	0	2 108	3 123	10 125	1 687	0	2 288	19 662
Louiseville	0	0	X	699	2 386	14 301	2 315	X	1 705	21 406
Yamachiche	890	0	X	3 050	5 032	30 885	3 836	0	4 991	48 684
Saint-Barnabé	744	0	X	3 184	8 763	8 124	2 443	0	1 032	24 290
Saint-Sévère	356	0	X	1 399	3 991	4 404	1 627	X	582	12 359
Saint-Léon-le-Grand	231	0	210	2 768	5 423	18 466	1 962	X	2 494	31 552
Sainte-Ursule	226	0	0	2 802	5 639	7 993	1 467	0	1 392	19 520
Saint-Justin	526	797	X	2 282	1 432	16 095	2 044	0	2 365	25 539
Ste-Angèle-de-Prémont	0	0	332	1 676	1 215	1 044	596	0	0	4 863
Saint-Paulin	413	0	X	3 527	2 820	2 882	1 810	0	0	11 451
La Croche	303	0	X	2 182	0	0	0	X	0	2 486

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Sources : Statistique Canada et compilations internes

Étude quantitative et qualitative du potentiel de production de biomasse et de biocarburants sur les fermes de la Mauricie
 RAPPORT FINAL

2006	avoine	blé_print	céré_mél	foin_cult	mais ensil	mais-grain	orge	pom_terre	soya	total
Mauricie	23 899	16 518	2 399	104 192	155 282	215 142	19 328	23 408	45 817	605 985
Lac-aux-Sables	186	0	0	4 257	0	0	0	0	0	4 443
Saint-Adelphe	1 436	0	89	3 228	0	0	865	x	0	5 618
Saint-Séverin	1 000	0	0	5 684	3 387	1 167	531	0	692	12 461
Saint-Tite	1 304	0	0	6 089	11 916	1 810	1 083	0	552	22 754
Hérouxville	946	0	x	3 054	0	0	0	x	815	4 815
Sainte-Thècle	1 619	806	112	6 391	0	0	708	0	0	9 636
Shawinigan	372	0	x	4 765	0	0	0	x	837	5 974
Trois-Rivières	433	388	80	2 784	0	0	0	x	0	3 685
Ste-Anne-de-la-Pérade	754	0	278	4 681	6 522	9 623	268	0	0	22 126
Batiscan	389	0	x	932	3 951	4 037	544	0	19 951	29 804
Ste-Gen.-de-Batiscan	743	0	x	1 788	4 829	4 585	0	x	1 000	12 945
Champlain	270	0	141	2 167	7 463	12 577	371	0	2 575	25 564
Saint-Luc-de-Vincennes	328	0	x	2 353	4 578	0	0	0	1 150	8 409
Saint-Maurice	848	1 261	x	6 308	10 097	10 838	506	x	1 471	31 329
Notre-Dame-du-Mt-Carm.	781	0	0	283	0	0	0	x	3 173	4 237
Saint-Narcisse	754	488	x	5 594	3 700	2 573	251	0	860	14 220
Saint-Stanislas	1 561	0	155	6 983	6 083	3 895	1 186	0	2 132	21 995
Saint-Prosper	700	2 989	0	1 833	4 515	17 019	646	0	0	27 702
Maskinongé	8 874	7 672	878	32 459	69 112	133 166	11 616	9 408	0	273 185
Louiseville	585	1 415	x	412	7 400	15 066	313	x	3 127	28 318
Yamachiche	1 021	2 087	x	3 382	7 087	27 631	980	0	3 621	45 809
Saint-Barnabé	1 457	0	x	4 128	4 641	12 970	1 235	0	22 784	47 215
Saint-Sévère	466	184	x	1 961	5 331	4 883	1 573	x	2 304	16 702
Saint-Léon-le-Grand	926	1 403	x	2 308	13 045	21 700	2 125	x	1 516	43 023
Sainte-Ursule	412	0	95	4 012	5 393	4 978	931	x	4 630	20 451
Saint-Justin	747	0	x	3 530	5 393	16 698	1 511	0	2 077	29 956
Ste-Angèle-de-Prémont	169	0	0	1 235	1 568	2 632	457	0	1 797	7 858
Saint-Paulin	828	326	x	4 810	4 641	3 656	1 042	0	3 114	18 417
Charrette	706	0	x	2 160	0	0	0	0	991	3 857
Saint-Boniface	243	0	x	1 653	4 076	3 049	0	0	3 838	12 859
Saint-Étienne-des-Grès	1 044	0	0	1 222	8 906	9 433	342	x	0	20 947
La Tuque	598	0	0	2 559	0	0	0	0	480	3 637

x = donnée confidentielle en vertu des dispositions de la Loi sur la statistique.

Sources : Statistique Canada et compilations internes