

FICHE 4



Lutte contre
les changements
climatiques

BIOMASSE AGRICOLE VITALITÉ DES COMMUNAUTÉS ET ACCEPTABILITÉ DES PROJETS

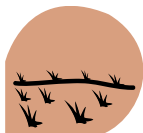
La production de chaleur grâce à l'utilisation de la biomasse agricole repose sur une série d'étapes, de la production jusqu'à l'utilisation de la ressource. Chacune de ces étapes est liée à différents enjeux et impacts sociaux, économiques et environnementaux. Parmi les préoccupations principales liées à l'utilisation de la biomasse agricole à des fins énergétiques, les impacts de la filière sur la vitalité des communautés, ainsi que la question de l'acceptabilité sociale des projets, sont à considérer. La présente fiche dresse un portrait de ces impacts et propose de bonnes pratiques afin de maximiser les opportunités économiques et sociales associées aux projets de chauffage à la biomasse agricole.

La dynamique économique du Québec a subi d'importantes transformations depuis le début des années 1990. En effet, l'émergence de certains pays, comme l'Inde ou la Chine par exemple, et de nouvelles technologies informationnelles combinées avec une ouverture accentuée des marchés mondiaux ont eu des impacts importants sur plusieurs collectivités.^[45] Certaines ont pu bénéficier de la globalisation de la concurrence économique dans

Ci-dessous, en pictogrammes, les principales étapes de la filière de production et d'utilisation de la biomasse agricole. Les pictogrammes en noir représentent les étapes concernées par l'enjeu de la vitalité des communautés et de l'acceptabilité des projets.



Remise en culture



Implantation



Production



Récolte



Transport



Densification



Conditionnement



Distribution



Combustion



Gestion cendres

le secteur des services (ex.: Drummondville, Rivière-du-Loup, Magog), alors que d'autres, souvent situées dans les zones rurales de la province, se sont fragilisées à la suite de pertes d'emplois dans les secteurs de l'extraction et de la transformation des ressources (ex.: Thetford-Mines, Dolbeau-Mistassini, Matane).^[46] Des régions administratives comme l'Abitibi-Témiscamingue, la Côte-Nord, le Nord-du-Québec et le Saguenay-Lac-Saint-Jean sont particulièrement touchées avec 72 % des 185 collectivités considérées comme étant dévitalisées ou en dévitalisation.^[44]

Le secteur de l'agriculture n'échappe pas à cette réalité et est en pleine mutation. L'internationalisation des échanges, l'accaparement des terres par des non-agriculteurs et le manque de relève sont des défis auxquels les acteurs du milieu doivent faire face.^{[29][35]} En 2006, afin de pallier les problématiques qui touchent le milieu rural, le gouvernement du Québec a mis sur pied la *Politique nationale de la ruralité*, laquelle contient différentes orientations et moyens afin de relancer la vitalité des communautés rurales. Parmi ceux-ci, le développement de nouvelles possibilités énergétiques est mis de l'avant, notamment par le biais de production de biomasse agricole comme combustible pour des installations de chauffage (voir l'encadré **Définition des types de biomasses**, ci-contre).^[34] Certains plans de développement de la zone agricole (PDZA) reprennent d'ailleurs cette orientation en proposant leur culture sur des terres en friche afin de valoriser ces espaces.^{[36][57]} Cette avenue semble prometteuse, car la filière de la biomasse agricole peut aider à relancer la vitalité économique des communautés agraires ou, à tout le moins, la consolider.^[56]

Définition des types de biomasses

— CULTURES LIGNOCELLULOSIQUES

Cultures de plantes herbacées pérennes dédiées à la production énergétique, implantées sur des terres agricoles marginales (ex.: panic érigé, alpestris roseau, miscanthus, etc.).

— CULTURES LIGNEUSES

Cultures d'arbres se réalisant sur des terres agricoles marginales, dédiées à la combustion (ex.: saule à croissance rapide, peuplier hybride, etc.) et dont la méthode de culture s'apparente plus à l'agriculture qu'à la foresterie (ex.: semées en haute densité, utilisation de machinerie agricole, etc.). Aussi appelées taillis à courte rotation.

— RÉSIDUS DE CULTURE

Résidus végétaux provenant de l'agriculture et constitués de parties de plantes cultivées qui ne sont pas vouées à la consommation alimentaire (ex.: pailles de céréales, tiges de maïs, foin de troisième qualité, etc.).



Village de Cacouna, Bas-Saint-Laurent.

© Wikimedia, Nicolas Gagnon



1. LA FILIÈRE DE LA BIOMASSE AGRICOLE : UN LEVIER À LA VITALITÉ DES COMMUNAUTÉS

Le développement de la filière de la biomasse agricole peut être à l'origine d'importantes retombées économiques et mener à la création de projets porteurs pour plusieurs communautés rurales.^[14] Ainsi, plusieurs avantages économiques et sociaux sont reliés à l'utilisation de la biomasse agricole à des fins de production de chaleur. Cette fiche présente les principaux avantages, dans une perspective de vitalité des communautés, ainsi que les bonnes pratiques à adopter pour optimiser leurs retombées.

1.1. VOLET ÉCONOMIQUE

Un bon nombre de communautés rurales québécoises dévitalisées ou en dévitalisation pourrait profiter du développement de la filière de la biomasse agricole. En plus de diminuer leurs coûts de chauffage, elles seraient en mesure de développer une indépendance face aux fluctuations du prix des combustibles fossiles, de profiter de retombées économiques substantielles et de diversifier leur économie.^[13] Ces avantages seront décrits plus en détail dans les sections suivantes.

Il est toutefois important de réaliser que ces avantages ne peuvent se matérialiser qu'avec un projet qui dispose d'assises financières solides. En effet, comme l'implantation de systèmes de chauffage à la biomasse agricole nécessite des investissements importants, les sources de financement doivent être assurées dès l'étape de planification.^[28] Pour plusieurs communautés, il s'agit donc d'un défi de taille (voir l'encadré **Financement et retour sur investissement**, ci-contre).

Financement et retour sur investissement

Pour un grand nombre de collectivités rurales, l'importance des investissements qu'engendre l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse agricole rend cette implantation difficile, voire impossible, sans aide financière. Dans ce type de scénario, les périodes de retour sur investissement sont généralement peu intéressantes, rendant ainsi les projets moins attrayants pour plusieurs collectivités. Étant donné que la filière de la biomasse agricole est encore au stade de développement à l'échelle de la province et que les programmes gouvernementaux d'aide financière sont soumis à des fluctuations, des sources alternatives de financement doivent être recherchées.^[27] Pour en assurer la réussite, la démarche de financement doit être réalisée en amont de la planification du projet.



Ferme à Desbiens, Lac-Saint-Jean.

© Flickr.com, Jamia54

1.1.1. ÉCONOMIES FINANCIÈRES SUR LES COÛTS DE CHAUFFAGE À LONG TERME

Dans son ensemble, l'utilisation de la biomasse agricole dans des systèmes de chauffage est plus économique pour le chauffage des bâtiments que l'utilisation des énergies fossiles.^[56] Bien que la filière engendre certains types de coûts plus élevés que ceux des énergies conventionnelles, une diminution substantielle des dépenses énergétiques est à prévoir, à moyen ou long terme. Ces économies sont toutefois liées à différents paramètres, qu'il est donc essentiel de bien connaître afin d'assurer une planification adéquate des projets de conversion.

— COÛTS DE REMISE EN CULTURE ET D'IMPLANTATION

La remise en culture de terres marginales constitue une option intéressante pour permettre à plusieurs producteurs agricoles d'augmenter leurs revenus à moyen ou long terme, notamment par la production de cultures ligneuses et lignocellulosiques. Des coûts sont toutefois à prévoir pour l'essouchage, l'épierrage et d'autres opérations de préparation du sol (drainage, etc.). Les dépenses sont extrêmement variables d'une terre à l'autre, selon leur état. Dès lors, il est difficile d'établir un prix moyen de remise en culture. Néanmoins, des expérimentations réalisées par deux coopératives québécoises actives dans le domaine des bioénergies au Québec permettent d'établir un ordre de grandeur. La coopérative agricole de biomasse de la Côte-du-Sud a établi que les coûts de remise en culture des friches herbacées ou des pâturages se situaient de 650 à 800 \$/ha, et de 5000 à 7000 \$/ha pour des friches arbustives hautes ou arborées.^[55] Du côté de la coopérative Bioénergie Mégantic, la fourchette de prix se situait entre 0 \$/ha pour la remise en culture de pâturages entretenus annuellement et 600 \$/ha pour des friches arbustives hautes ou arborées.^[41] À la lumière de ces chiffres et afin de minimiser les coûts, il est donc recommandé, lorsque possible, de remettre en culture de préférence des terres marginales à un stade de revégétalisation peu avancé.^[61]

L'étape d'implantation des cultures peut également représenter des investissements substantiels pour plusieurs producteurs agricoles. Ces dépenses couvrent l'achat des semences, dans le cas des cultures lignocellulosiques, ou encore des boutures, dans le cas des cultures ligneuses, et les frais d'utilisation de la machinerie agricole, l'achat de carburant, ainsi que le salaire versé à la main-d'œuvre. À titre d'exemple, le coût d'implantation d'une culture de saules est d'environ 2 500 à 3 000 \$/ha.^[50] Il est donc important pour les producteurs de biomasse agricole de bien élaborer leur budget sans négliger les coûts de remise en culture et d'implantation.

— COÛTS D'APPROVISIONNEMENT

Le plus important avantage économique de l'utilisation de la biomasse agricole par rapport aux énergies fossiles est que son coût d'approvisionnement peut être largement inférieur. Pour y parvenir, la biomasse doit cependant être utilisée à faible ou moyenne distance du site de production.^{[12][56]} En plus de réduire les frais de transport et de livraison, un approvisionnement en circuit court permet également de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à ces étapes. Dans ces conditions et pour une même quantité d'énergie produite, les coûts du combustible sont inférieurs pour l'utilisation de la biomasse agricole, en comparaison avec l'utilisation de différents hydrocarbures, comme le mazout par exemple (voir le **Tableau 1**, page suivante). Également, à long terme, les coûts d'approvisionnement pour le chauffage à la biomasse agricole demeureront plus stables que ceux des combustibles fossiles, ce qui devrait permettre aux communautés rurales d'être moins dépendantes des marchés énergétiques internationaux (voir la section — **Indépendance économique face aux marchés des combustibles fossiles**, page 7).



Tableau 1. Prix annuel moyen de différents types d'énergie en 2013. [15][22]

Source d'énergie	Coût par unité	Prix annuel moyen (\$/GJ) (g)
Mazout léger (a)	104,1 ¢/litre	35,77
Gaz naturel (b)	Résidentiel: 63,30 ¢/m ³ Commercial: 45,05 ¢/m ³	19,66 13,99
Électricité (c)	Résidentiel (Tarif D): 6,98 ¢/kWh Commercial et institutionnel (Tarif G): 11,33 ¢/kWh Commercial et institutionnel (Tarif M): 7,35 ¢/kWh	19,39 31,47 20,42
Biomasse forestière (copeaux – 35 % humidité)	Forêt publique: 123,00 \$/tma Forêt privée: 110,53 \$/tma CRD – Grade 1 ^(d) : 89,02 \$/tma	14,37 12,92 10,40
Biomasse forestière (granules de bois – 8 % humidité)	215 \$/tm ^(e)	15,76
Granules de panic érigé ⁽⁴³⁾	175 \$/tm	12,31 ^(h)
Copeaux de saule ⁽⁵⁰⁾	140-160 \$/tm ^(f)	12,88-14,72 ^(h)

(a) Prix de la Régie de l'énergie en novembre 2013. [En ligne.] <http://www.regie-energie.qc.ca/energie/archives/mazout/mazout2013.pdf>

(b) Prix en juillet 2013. [En ligne.] http://www.corporatif.gazmetro.com/data/media/ficheinfo_tarifsprix_juillet%202013_final.pdf?culture=fr-ca

(c) Prix tenant compte des fluctuations de prix depuis la publication du rapport de la FQCF : 2010-2011 : -0,4%, 2011-2012 : -0,5% et 2012-2013 : +2,4%. [En ligne.] http://www.regie-energie.qc.ca/documents/rapports_annuels/rapp_ann_2010-2011.pdf, http://www.regie-energie.qc.ca/documents/rapports_annuels/rapp_ann_2011-2012.pdf, http://www.regie-energie.qc.ca/documents/rapports_annuels/rapp_ann_2012-2013.pdf

(d) Résidus de construction, rénovation et démolition (CRD). Les CRD grade 2 sont exclus, car ils contiennent des contaminants (peinture, vernis, etc.).

(e) Pour une distance de livraison moyenne de 100 km.

(f) Pour une distance de livraison moyenne de 130 km.

(g) En tenant compte d'un facteur d'efficacité des chaudières de 75 % pour le copeau et de 80 % pour le granule.

(h) Avec une efficacité de combustion de 80%.

Toutefois, ces avantages de la filière peuvent être réduits ou annulés lorsque la distance entre les sites de production et de consommation de la ressource est trop grande.^[51] En effet, puisque la biomasse agricole est un produit de faible densité et de faible valeur, l’allongement de la chaîne d’approvisionnement aura un impact négatif sur son prix final.^{[7][27][56]} Le **Tableau 2** (ci-dessous) en donne d’ailleurs un excellent exemple. Ainsi, la ressource devrait être utilisée le plus possible localement.^[14] Selon la littérature scientifique, la distance maximale de transport de la biomasse agricole devrait être de moins de 75 kilomètres pour les granules^[21] et d’au maximum 30 kilomètres lorsque le matériel est en vrac.^[8]

Tableau 2. Coût de transport des granules en vrac (2007).^[31]

Distance (km)	Coût (\$/t)*	Pourcentage des coûts
20	6	4 %
50	11	8 %
100	16	12 %
200	26	18 %
300	34	24 %
600	59	42 %

* Avec un coût de production supposé de 140 \$/t avant transport.

Machinerie spécialisée

Pour un bon nombre de cultures **lignocellulosiques**, il est possible d’utiliser les équipements habituels de fenaison^[48] Toutefois, l’implantation de cultures **ligneuses** peut nécessiter l’utilisation d’équipements spécialisés,^[7] notamment lors des étapes d’implantation et de récolte. Ceux-ci sont généralement très coûteux et il peut être difficile pour les producteurs agricoles de petite ou de moyenne taille de se les procurer. L’achat groupé et le partage de matériel agricole par le biais de coopératives d’utilisation de matériel agricole (CUMA) peuvent être une solution à ce problème.^[30] Plusieurs producteurs aux ressources limitées peuvent ainsi s’unir et se procurer la machinerie dont ils ont besoin. D’autres options sont également envisageables comme de louer de l’équipement auprès d’autres producteurs et entreprises, ou encore de faire effectuer le travail à forfait.

— COÛTS D’AMORTISSEMENT

Les coûts en immobilisation générés par l’implantation d’un système de chauffage à la biomasse agricole sont habituellement élevés et représentent la dépense la plus importante pour ce type de projet. Ces coûts varient grandement d’un projet à l’autre, mais se modulent généralement en fonction de la puissance de la chaudière, de la quantité de bâtiments à raccorder au réseau, ainsi que de la longueur linéaire d’excavation à effectuer pour enfouir la tuyauterie. L’achat de machinerie spécialisée (voir l’encadré **Machinerie spécialisée**, ci-contre) peut également avoir un impact important sur les coûts d’amortissement (voir le **Tableau 2**, ci-contre). L’ampleur des dépenses qu’impliquent ces facteurs doit être prise en compte, car ceux-ci peuvent allonger de façon importante la période de retour sur investissement d’un projet^[56] La réalisation de certains systèmes de chauffage peut même être menacée par ces coûts importants si les sources de financement ne sont pas assurées^[6] Néanmoins, ces investissements initiaux engendrent des coûts stables d’une année à l’autre en raison de l’amortissement. La planification budgétaire des exploitants de système de chauffage à la biomasse agricole s’en trouve donc facilitée, ce type de dépenses n’étant pas affecté par les fluctuations des prix sur les marchés énergétiques mondiaux.

Puisque de nombreux facteurs doivent être pris en compte (puissance de la chaudière, infrastructures pour accueillir la chaudière, taille de la réserve, etc.), il est difficile d’établir avec précision les coûts d’immobilisation qu’engendre la mise en place d’un système de chauffage à la biomasse. Bien que la filière soit encore jeune au Québec et que peu de projets aient été réalisés, un exemple disponible est présenté dans le **Tableau 3**, page suivante.



Bois raméal fragmenté.

© Flickr.com, arpent nourricier



Tableau 3. Exemple des coûts d'un projet de chaufferie à la biomasse agricole

Projet	Puissance de la chaudière	Coût d'achat de la chaudière	Coût total du projet*
École primaire Sacré-Cœur de Lac-Mégantic	500 kW	310 000 \$	400 000 \$

* Le coût total inclus les coûts d'achat de la chaudière, d'excavation, d'ingénierie, de plomberie, de modifications aux bâtiments, etc.^[41]

— COÛTS D'ENTRETIEN ET D'OPÉRATION

Les réseaux de chaleur à la biomasse agricole nécessitent l'utilisation de chaudières et d'autres composantes de systèmes qui doivent être considérées comme de la haute technologie. Pour cette raison, les coûts d'entretien et d'opération de ces appareils seront généralement plus élevés que les coûts pour des appareils qui utilisent les énergies fossiles comme combustible. L'embauche de personnel compétent est primordiale afin de s'assurer que le calibrage et le fonctionnement de la chaudière sont optimaux en tout temps.^[60] Cette bonne pratique, en plus de minimiser les émissions de GES liées à la combustion, permet d'éviter les bris mécaniques et de protéger les installations contre l'usure prématurée. Il peut cependant être difficile de recruter un technicien expérimenté dans certaines communautés.^[28] À ce moment, si la situation le permet, l'embauche d'une ressource humaine qualifiée pour assurer l'entretien de plusieurs petites chaudières situées à faible distance les unes des autres peut s'avérer une option intéressante.^[5]



Transport de balles de foin. © Flickr.com, Cheer Fulmonk

1.1.2. AUTONOMIE ET RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

L'augmentation importante des prix des énergies fossiles et de l'électricité durant la dernière décennie ont stimulé la recherche et le développement dans le domaine des énergies alternatives. La valorisation de la biomasse agricole semble être une avenue prometteuse afin de se libérer de la dépendance aux fluctuations constantes des marchés énergétiques mondiaux, tout en étant la filière qui génère le plus de retombées économiques dans le secteur des énergies renouvelables.^[32]

— INDÉPENDANCE ÉCONOMIQUE FACE AUX MARCHÉS DES COMBUSTIBLES FOSSILES

Une augmentation importante du prix des combustibles fossiles a pu être constatée au cours de la dernière décennie, de sorte que le prix du mazout léger utilisé pour le chauffage a pratiquement doublé entre 2004 et 2013 sur le territoire québécois (voir **Tableau 4**, ci-dessous).^[38] Puisque de nombreux bâtiments (écoles, édifices publics, églises, etc.) sont munis d'un système de chauffage utilisant cette source d'énergie, les coûts d'exploitation qui y sont reliés ont fortement augmenté en quelques années seulement. En conséquence, d'autres filières énergétiques plus abordables et locales ont vu le jour, comme la biomasse agricole par exemple, permettant de s'affranchir de la dépendance au marché des énergies fossiles et de ses augmentations de prix récurrentes.^[20] Ainsi, par le biais de contrats et d'ententes avec des fournisseurs locaux ou régionaux, un grand nombre de communautés rurales seraient en mesure d'assurer leur approvisionnement énergétique à long terme à coût constant.^[13]

Tableau 4. Évolution du prix du mazout léger pour le chauffage au Québec durant la période de 2004 à 2013.^[47]

Année	Prix moyen annuel (¢/litre)
2004	54,15
2005	67,62
2006	68,34
2007	73,75
2008	93,79
2009	70,04
2010	78,2
2011	102,9
2012	103,2
2013	105,4

— RÉTENTION DES CAPITAUX

Une proportion importante des activités économiques de la filière de la biomasse agricole est générée au niveau local ou régional, autant pour la production et la récolte de la biomasse que lors des étapes de traitement et de transport. En conséquence, la plupart des capitaux investis demeurent à l'intérieur des communautés et permettent à ces dernières d'en tirer des bénéfices.^[28] Selon certaines estimations, chaque investissement réalisé pour le développement de la filière générerait des retombées équivalant au triple de sa valeur.^[37] Souvent moins diversifiées et plus fragiles économiquement, plusieurs communautés rurales du Québec pourraient ainsi profiter de revenus supplémentaires.^[56]

— CRÉATION ET CONSOLIDATION D'EMPLOIS

Les besoins en main-d'œuvre générés par les différentes étapes techniques de la chaîne d'approvisionnement ont un impact positif sur l'économie locale en créant ou consolidant des emplois.^{[6][14][27][56]} Il est possible de diviser ces derniers en trois catégories: directs, indirects et induits. Les emplois directs sont liés à la construction, à la production et à la gestion du réseau de chaleur, ainsi qu'à la récolte de la biomasse dans les champs, à son transport, son conditionnement et son entreposage.^[13] Les emplois indirects concernent toutes les activités de soutien, comme les emplois assurés par les firmes de services (ingénierie, comptabilité, assurances, etc.) et ceux liés au transport, ainsi qu'aux ateliers de confection de pièces et composants de rechange. Quant aux emplois induits, créés ou consolidés, ils sont le résultat du plus grand pouvoir d'achat lié aux salaires versés aux travailleurs dans le cadre des emplois directs et indirects.^[13] De plus, chaque emploi créé par la filière de la biomasse agricole engendre des coûts d'investissements plus faibles que ceux nécessaires pour créer un emploi équivalent dans des projets industriels, pétrochimiques ou hydroélectriques.^[13]



Municipalité de Kamouraska, Bas-Saint-Laurent. © CCDMD, Gaétan Beaulieu

Il demeure toutefois difficile d'établir avec précision le nombre d'emplois créés par l'implantation d'un projet de chauffage à la biomasse agricole, chaque projet étant soumis à différentes spécificités locales. Cependant, les expériences menées par des coopératives comme celles de Bioénergie Mégantic et de Biomasse agricole de la Côte-du-Sud, ou encore d'entreprises comme AgroÉnergie, tendent à démontrer que la filière de la biomasse agricole agit plutôt en consolidation du marché de l'emploi qu'en création.^{[41][50][55]} Malgré tout, le développement important de la filière de la biomasse agricole dans une région pourrait, à long terme, avoir des impacts économiques positifs sur les régions voisines. En effet, l'implantation de plusieurs projets devrait créer une demande accrue pour des services spécialisés dans des domaines tels que l'éducation, la santé et les services publics.^[56]



1.1.3. DIVERSIFICATION ÉCONOMIQUE

Le développement de la filière de la biomasse agricole peut permettre de diversifier la structure économique de plusieurs communautés rurales^[27] et pourrait redonner une valeur aux terres marginales, notamment grâce aux cultures ligneuses.^[61] En effet, selon les exigences du marché, l'implantation d'usines de densification du produit en granules pourrait être nécessaire. En plus d'ajouter de la valeur au produit, ces usines stimuleraient l'économie locale et régionale.^[33] De plus, certaines entreprises telles que les équipementiers, les fournisseurs de services ou les transporteurs verraient leur chiffre d'affaires augmenter, alors que des professionnels tels que des techniciens spécialisés, des plombiers ou encore des agronomes pourraient consolider leurs emplois grâce aux besoins générés par le développement de la filière.^[13]

Outre son utilisation pour la production de chaleur, la biomasse agricole peut être transformée en plusieurs autres produits. Dans le cas des cultures lignocellulosiques et des résidus de culture, elles peuvent être utilisées pour la fabrication de litières pour les animaux, d'éthanol cellulosique ou de biogaz ou encore servir pour l'isolation des maisons.^[7] Les cultures ligneuses, quant à elles, peuvent être mises en valeur en tant qu'amendement sous forme de bois raméal fragmenté (BRF), de biochar (sous-produit de la pyrolyse) ou comme substrat pour le développement de champignons.^[11] Elles peuvent également être plantées lors de projets visant la protection de l'environnement en tant que haies brise-vent ou pour contrer l'érosion des berges, ou encore pour dépolluer différents types de terrains contaminés (phytoremédiation).^[16] Finalement, des cultures comme le saule peuvent être intégrées à des aménagements horticoles ornementaux sous forme de clôtures tressées, pergolas, etc. ^[11]



Coopérative forestière des Hautes-Laurentides.

© CCDMD, Le Québec en images, Christian Lauzon

1.2. VOLET SOCIAL

Le développement de la filière de la biomasse agricole aura des impacts sociaux importants, notamment sur la question de la sécurité énergétique, sur l'intensité des activités de recherche, ainsi que sur le sentiment d'appartenance et le processus d'identification identitaire des populations en milieu agricole.

1.2.1. SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

Puisqu'une grande partie des communautés rurales utilisent le mazout pour assurer le chauffage de leurs édifices publics, de leurs écoles ou de leurs églises, elles sont extrêmement vulnérables aux hausses de prix des combustibles fossiles sur les marchés internationaux. Pourtant, un grand nombre de villages situés en milieu agricole ont accès à la biomasse agricole, une ressource locale facilement accessible, qui pourrait leur permettre d'atteindre l'autosuffisance énergétique.

1.2.2. FAVORISER L'ACCROISSEMENT DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Comme c'est le cas dans la plupart des domaines en émergence, l'essor de la filière de la biomasse agricole passe par la mise en place de programmes d'enseignement spécialisés. Ceux-ci stimulent le processus d'apprentissage, permettent la formation de personnel qualifié ainsi que le développement d'un savoir-faire particulier.^[28] L'accroissement des activités de recherche devrait également faire progresser la crédibilité de la filière auprès du milieu des affaires et d'investisseurs potentiels.^[28]

Actuellement, au Québec, étant donné que l'historique de la filière est plutôt récent, il n'existe aucune formation se concentrant spécifiquement sur la filière de la biomasse agricole telle que définie dans cette fiche. Néanmoins, depuis quelques années, plusieurs programmes universitaires et collégiaux en agriculture ont intégré différentes notions théoriques et pratiques concernant les cultures ligneuses et lignocellulosiques, ainsi que la collecte de résidus de culture. Des programmes comme le doctorat en biologie végétale de l'Université Laval ou encore la *Bioressource Engineering Major* de l'Université



Village de l'Anse-à-Valleau, Gaspésie.

© CCDMD, Nicolas Ste-Croix

McGill en sont d'ailleurs de bons exemples.^{[58][59]} De plus, plusieurs chercheurs mènent actuellement des études afin de favoriser le développement de la filière de la biomasse agricole au sein de différentes institutions et entreprises. Parmi celles-ci, il est possible de citer le Centre de développement bioalimentaire du Québec (CDBQ) à La Pocatière, Biopterre, La Coop fédérée ainsi que l'Institut de recherche et de développement en agroalimentaire (IRDA).

1.2.3. CONSOLIDER L'IDENTITÉ AGRICOLE DE LA POPULATION

L'identité culturelle agricole de différentes communautés pourrait être consolidée par le développement de la filière de la biomasse agricole. En effet, plusieurs d'entre elles sont situées dans des zones agricoles et la plupart de leurs habitants occupent des emplois liés directement ou indirectement à l'agriculture. La culture de biomasse agricole s'intègre donc aisément aux activités de ces communautés et à leur culture basée sur l'agriculture.^[14]



2. ACCEPTABILITÉ DES PROJETS : DES QUESTIONNEMENTS LÉGITIMES

L'accroissement de la demande mondiale en énergie, la hausse constante des prix des combustibles fossiles et les émissions accrues de GES liées à leur utilisation ont grandement contribué à stimuler la recherche de nouvelles formes d'énergie alternatives et plus écologiques. Plusieurs filières se sont ainsi développées ces dernières années, notamment l'utilisation de la biomasse agricole pour la production de chaleur. Néanmoins, les projets développés dans le cadre de cette filière suscitent des discussions en ce qui a trait à leur acceptabilité sociale. Les deux plus importantes sont sans contredit le fait d'utiliser des terres agricoles à des fins énergétiques et les effets négatifs potentiels sur le milieu de vie des habitants des milieux ruraux.

2.1. UTILISATION DES TERRES À DES FINS ÉNERGÉTIQUES

L'utilisation des terres agricoles pour la culture de plantes à des fins énergétiques pourrait nuire à la production alimentaire, entraîner une hausse du prix des aliments ou encore encourager la déforestation.^{[7][39]} Ces risques potentiels de la filière de la biomasse agricole peuvent toutefois être minimisés lorsque l'implantation des cultures se réalise sur des terres marginales ou en friches.^{[32][31]} En effet, ces parcelles permettraient la production de cultures ligneuses et lignocellulosiques sans concurrencer directement les terres de bonne qualité.^[7] Ces dernières demeuraient ainsi réservées à la production alimentaire. En outre, l'utilisation de terres marginales pour la production de cultures énergétiques permettrait de valoriser une partie des lots abandonnés au Québec.^{[7][17]} Quant à la collecte des résidus de culture, elle ne fait pas compétition aux cultures alimentaires. En effet, puisqu'il est question de récolter les résidus de grandes cultures laissés aux champs, le type d'utilisation des terres, soit la production de nourriture, demeure inchangé. Ainsi, selon ces paramètres, la production de chaleur à partir de la combustion de biomasse agricole représente une option intéressante de substitution aux énergies fossiles.^{[18][23]}



Municipalité de Saint-Arsène, Bas-Saint-Laurent.

© Wikimedia Commons, Nicholas Gagnon

2.2. IMPACTS SUR LE MILIEU DE VIE

Certains acteurs se questionnent sur les impacts que pourrait avoir le développement de la filière de la biomasse agricole sur le milieu de vie des communautés rurales.^{[20][26]} Les interrogations concernent principalement le paysage, les odeurs, le transport, la santé et la sécurité des travailleurs, ainsi que l'assentiment des communautés.

2.2.1. PAYSAGE

Des appréhensions ont été soulevées en ce qui concerne la dégradation que pourrait engendrer l'implantation des cultures sur le paysage rural.^[32] Or, l'implantation de cultures ligneuses sur des terres marginales ou dégradées aurait peu d'impact sur le paysage^[3] et pourrait même contribuer à le dynamiser.^{[4][31]} Quant aux cultures lignocellulosiques, pour la plupart composées de graminées (panic érigé, alpeste roseau, etc.) et visuellement similaires à plusieurs cultures céréalières, elles s'intègrent très facilement aux paysages agricoles. Par contre, il est certain que le choix du site de mise en place d'une chaudière doit faire l'objet d'un consensus entre la population et les promoteurs du projet afin d'éviter d'éventuels conflits.^[49] Les installations devraient également, dans la mesure du possible, s'harmoniser avec le milieu visuel local.^[10]



Lac Tremblant, Hautes-Laurentides.

© CCDMD, Le Québec en images, Jean-Claude Dechevis

2.2.2. ODEURS

Le développement de la filière de la biomasse agricole soulève également des interrogations face aux problématiques potentielles d'émissions d'odeurs. Selon une étude menée par l'IRDA, les étapes de combustion et d'entreposage de la biomasse agricole (comme le panic érigé et le saule) ne devraient pas générer d'inconforts olfactifs plus importants que ceux produits par le bois.^[40] L'utilisation de fertilisants organiques, lors de l'étape de production, pourrait cependant causer l'émission d'odeurs et provoquer un inconfort potentiel chez certains résidents. Afin d'en minimiser les risques, il est recommandé d'utiliser des épandeurs munis de pendillards^[42] et de favoriser le développement de haies-brise-vent en bord de champ, les plantes qui s'y retrouvent agissant comme filtre et absorbant ainsi les odeurs.^[25]



Haie brise-vent en bordure d'un champ.

© CCDMD, Le Québec en images, Denis Chabot



2.2.3. TRANSPORT

Les étapes de transport et de distribution, notamment la livraison de biomasse sur le site de la chaudière, pourraient occasionner une augmentation de l'achalandage routier, avec un impact non négligeable pour les résidents, notamment des problématiques de bruits pour certains d'entre eux.^[51] La taille des installations ainsi que celle de la réserve de biomasse détermineront la fréquence des livraisons. Une bonne planification des trajets et des horaires de transport doit donc être réalisée afin de minimiser les désagréments pour les résidents. Ainsi, il est recommandé que les livraisons et le déchargement de biomasse ne soient pas effectués en soirée, la nuit ou tôt le matin.^[51] Il est également important de maximiser l'espace de chargement disponible dans chaque camion de transport, ce afin d'éviter de surcharger inutilement les infrastructures routières.^[51]



Transport de bois, MRC de la Matapédia.

© CCDMD, Le Québec en images, Gaétan Charette

2.2.4. SANTÉ ET SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS

Des risques liés à la sécurité des travailleurs peuvent se présenter à toutes les étapes de la chaîne d'approvisionnement de la biomasse agricole. La plupart de ces risques se concentrent autour des activités de manipulation de la machinerie agricole, de la conduite de camions ainsi que de la manutention du produit. Les activités de la filière sont encadrées par le *Règlement sur la santé et sécurité au travail* (RSST), le *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins* (RPSPS)^[9], ainsi que le *Règlement sur les heures de conduite et de repos des conducteurs de véhicules lourds*.^[53] Malgré ces règlements, des lacunes en matière de sécurité peuvent survenir lors de certaines étapes, comme l'entreposage, le conditionnement et la gestion des cendres notamment. L'implantation de bonnes pratiques est recommandée pour pallier ces lacunes potentielles.

Une mauvaise manipulation de la biomasse peut entraîner des risques pour la santé des travailleurs. Alors que la fonction principale d'un entrepôt de biomasse est de conserver la matière sèche et en bonne condition afin de prévenir sa détérioration et le développement de moisissures^[51], certains champignons et moisissures peuvent se développer à la surface du produit lorsque son taux d'humidité est particulièrement élevé.^[54] S'ils sont présents en grande quantité, ils peuvent irriter le système respiratoire, le nez et les yeux des travailleurs qui manipulent la biomasse.^{[1][52]} De plus, en de rares occasions, sous l'effet de leur activité métabolique, les champignons et les bactéries présents dans des piles humides produisent de la chaleur qui peut mener à une combustion spontanée.^[2] Une gestion adéquate de la biomasse entreposée permet de minimiser ces risques ainsi que ceux liés à l'exposition à des spores fongiques et à des microorganismes.

La manipulation des cendres de combustion peut également occasionner des risques pour la santé des travailleurs. En effet, les poussières issues de ces cendres peuvent irriter les yeux et les voies respiratoires des individus exposés.^[19] Durant la manutention, le port de lunettes de sécurité, de gants et de masques à poussières est donc fortement recommandé.^[24] Des risques de brûlures ou une reprise de la combustion sont également possibles lors de la manipulation des cendres. Il faut donc s'assurer qu'elles soient bien refroidies avant de les manipuler. Également, de bonnes pratiques doivent avoir cours si les cendres sont utilisées comme amendement pour les sols agricoles. En effet, ces cendres peuvent se cimenter sous l'effet de l'humidité lors de leur entreposage et former des mottes qui, lorsque projetées à l'épandage, peuvent causer des blessures aux travailleurs.^[19] L'utilisation d'un épandeur qui a la capacité de rompre les mottes indurées est donc conseillée. Il faut également éviter le plus possible d'utiliser les cendres de grille, ces dernières pouvant contenir une quantité substantielle de cailloux et de mâchefers.

2.2.5. ASSENTIMENT DES COMMUNAUTÉS

Pour assurer le succès d'un projet de chaufferie, il est indispensable d'établir un climat de confiance et de transparence entre les différents acteurs, et ce, dès le début du projet. Pour ce faire, les communautés doivent être tenues informées et impliquées lors de chaque étape, particulièrement celles qui concernent les enjeux d'acceptabilité sociale (bruits, transports, etc.).^[51] Cette façon de faire devrait minimiser les risques de conflits, et permettre d'assurer l'assentiment et l'engagement des populations.^{[27] [32][49]}

En ce sens, la tenue de séances d'informations régulières est recommandée. Ces séances permettent de tenir les communautés informées de l'état de développement du projet et de leur présenter les bénéfices qui seront engendrés durant la phase d'exploitation.^[27] Il est aussi suggéré, lorsque cela est possible, de profiter de l'engouement que peuvent créer des initiatives locales ou régionales de lutte contre les changements climatiques et de protection environnementale. Ces dernières peuvent très bien s'arrimer avec l'utilisation de la biomasse agricole comme combustible et permettre de créer une synergie entre deux projets.^[28]



Équipement de sécurité. © CCDMD, Le Québec en images, André Desautels

CONCLUSION

Le développement de la filière de la biomasse agricole pourrait dynamiser l'économie de plusieurs communautés rurales. En effet, ce développement participera à la création et surtout à la consolidation d'emplois locaux et régionaux, tout en stimulant les activités de recherche et d'enseignement. Il permettra également aux communautés qui installeront un système de chauffage de réduire leurs dépenses énergétiques ainsi que leur dépendance aux combustibles fossiles.

Néanmoins, les coûts élevés de construction et d'implantation qu'engendre l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse agricole peuvent s'avérer un frein au développement de la filière. En effet, des sommes importantes doivent être investies pour couvrir les frais liés à l'achat de la chaudière, à l'excavation pour la tuyauterie souterraine, etc. La période de retour sur investissement peut donc être plutôt longue, particulièrement si aucune aide financière n'est disponible et, dans ces conditions, plusieurs communautés n'osent pas passer à l'action. Ainsi, la recherche de partenaires financiers doit être priorisée avant même le début des projets afin de permettre une bonne planification de leur financement. Dans la littérature scientifique, plusieurs auteurs recommandent d'ailleurs aux gouvernements d'accorder leur soutien financier aux initiatives en biomasse, notamment lorsque la filière est en démarrage.^{[27][28][49]} Également, pour assurer la pérennité des projets, il est très important de s'assurer d'un approvisionnement constant à un prix stable en signant des ententes à long terme avec des fournisseurs de biomasse. Voir le [Résumé des bonnes pratiques](#)



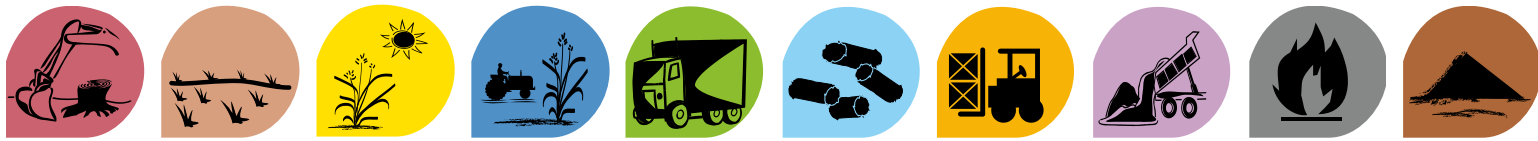
Lutte contre les changements climatiques

afin de maximiser les opportunités économiques associées aux projets de chauffage à la biomasse agricole, page suivante.

La mise en place d'un climat de confiance entre les citoyens, les élus et le monde des affaires est également essentielle pour la réussite des projets. Des mécanismes de consultation doivent donc être établis en amont du projet et à chaque étape de celui-ci afin d'impliquer la population et permettre aux informations de circuler rapidement entre les différents intervenants.^[27] De plus, la prise en compte des impacts potentiels sur le milieu de vie, comme les modifications au paysage, les odeurs ou l'augmentation des activités de transport, ne doit pas être négligée. Les promoteurs devraient également avoir la possibilité d'accéder facilement au savoir technique et spécialisé afin de prendre des décisions éclairées. En ce sens, la mise sur pied de partenariats stratégiques avec des institutions d'enseignement offrant des formations spécialisées dans le domaine demeure une option intéressante. Voir le [Résumé des bonnes pratiques en matière d'intégration sociale des projets de biomasse agricole](#), page suivante.

Finalement, afin de minimiser les risques pour les travailleurs, la mise en place de bonnes pratiques en matière de santé et sécurité au travail en plus des règlements existants, est fortement recommandée. Voir le [Résumé des bonnes pratiques en matière de santé et sécurité des travailleurs](#), page suivante.

Lutte contre les changements climatiques



RÉSUMÉ DES BONNES PRATIQUES AFIN DE MAXIMISER LES OPPORTUNITÉS ÉCONOMIQUES ASSOCIÉES AUX PROJETS DE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE AGRICOLE

- Bien planifier les projets.
- Entreprendre la recherche de partenaires financiers très tôt dans la démarche.
- Entériner des ententes à long terme avec les fournisseurs de biomasse.
- Utiliser la biomasse agricole localement (à 75 km et moins de son lieu de récolte).
- Embaucher du personnel qualifié.
- Remettre en culture les terres marginales qui en sont à un stade de revégétalisation peu avancé.

RÉSUMÉ DES BONNES PRATIQUES EN MATIÈRE D'INTÉGRATION SOCIALE DES PROJETS DE BIOMASSE AGRICOLE

- Assurer une étroite collaboration et un partage de l'information entre les différents acteurs.
- Mettre sur pied des partenariats stratégiques avec des institutions d'enseignement.
- Assurer un accès facile à la connaissance scientifique pour les promoteurs.
- Profiter de l'engouement des incitatives de lutte contre les changements climatiques.
- Impliquer et informer la population à toutes les étapes de la démarche.
- S'assurer que les installations s'harmonisent au milieu visuel local.
- Planifier soigneusement les trajets et les horaires de transport.
- Maximiser l'espace de chargement dans chaque camion.
- Effectuer le déchargement du combustible uniquement durant le jour.

RÉSUMÉ DES BONNES PRATIQUES EN MATIÈRE DE SANTÉ ET SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS

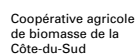
- Gérer adéquatement la biomasse entreposée.
- Porter des lunettes de sécurité, des gants et des maques à poussières pour la manipulation des cendres.
- S'assurer que les cendres soient refroidies avant de les manipuler.
- Si l'utilisation de fertilisants organiques est nécessaire, utiliser un épandeur muni de pendillards.
- En cas d'utilisation de la cendre comme amendement, utiliser un épandeur qui peut rompre les mottes indurées efficacement.
- Éviter d'utiliser des cendres de grille comme amendement.



Partenaire financier principal



FONDS D'ACTION
QUÉBÉCOIS POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE



Cette fiche fait partie d'une série de quatre fiches publiés dans le cadre du projet *Combustion verte et climat: l'agriculture en renfort!* [en ligne : <http://www.naturequebec.org/combustion-verte-et-climat>], portant sur la réduction de l'utilisation des combustibles fossiles pour le chauffage dans le domaine institutionnel, municipal, commercial, agricole et industriel, ainsi que sur les différents enjeux qui y sont reliés.

Rédaction : Jérôme Lévesque et Amélie St-Laurent Samuel
Collaborateurs : André Piette, Guillaume Salvas, Daniel Tremblay
Illustration de page couverture (haut) : Corsaire Design
Édition, graphisme et autres illustrations : Marie-Claude Chagnon
ISBN 978-2-89725-044-7 (imprimé) et 978-2-89725-045-4 (PDF)
© Nature Québec, juillet 2014 (2^e édition)

RÉFÉRENCES
FICHE 4



Lutte contre
les changements
climatiques

BIOMASSE AGRICOLE

VITALITÉ DES COMMUNAUTÉS ET ACCEPTABILITÉ DES PROJETS

[1] Ashton, S., B. Jackson and R. Schroeder, 2007. Storing Woody Biomass. In: Hubbard, W., L. Biles, C. Mayfield and S. Ashton (Eds.). *Sustainable Forestry for Bioenergy and Bio-based Products: Trainers Curriculum Notebook*. Athens (GA), Southern Forest Research Partnership, Inc. FactSheet 4.6, pp. 147-150. [En ligne.] <http://www.forestbioenergy.net/training-materials/fact-sheets/module-4-fact-sheets/fact-sheet-4-6-storing-woody-biomass/>

[2] Ashton, S., L. McDonell and K. Barnes, 2009. Woody Biomass Desk Guide & Toolkit. National Association of Conservation Districts (NACD), 188 p. [En ligne.] <http://www.forestbioenergy.net/training-materials/woody-biomass-desk-guide-and-toolkit/WoodyBiomassToolkit.pdf>

[3] Association d'initiatives locales pour l'énergie et l'environnement (AILE), 2007. *Étude d'impact ex-post des taillis à très courte rotation de saules*. Rapport final. Wilwater, programme européen. 120 p. [En ligne.] <http://www.aile.asso.fr/wp-content/uploads/2008/01/impact-environnement-rapport-final.pdf>

[4] Baumgartner, J., 2006. *Promouvoir une agriculture multifonctionnelle pour renouer les liens des paysages agroforestiers dans la MRC du Rocher-Percé*. Université du Québec à Montréal. 14 p. [En ligne.] http://www.vrm.ca/documents/Paysage_Baumgartner.pdf

[5] Beauchemin, P., and M. Tampier, 2008. *Emissions from Wood-Fired Combustion Equipment*. Report presented to the Ministry of Environment of British Columbia. 50 p. [En ligne.] http://www.env.gov.bc.ca/epd/industrial/pulp_paper_lumber/pdf/emissions_report_08.pdf

[6] Berndes, G., and J. Hansson, 2007. Bioenergy Expansion in the EU: Cost-effective Climate Change Mitigation, Employment Creation and Reduced Dependency on Imported Fuels. *Energy Policy* 35 (12): 5965-5979.

[7] Brodeur, C., J. Cloutier, D. Crowley et coll., 2008. *La production de biocombustibles solides à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques*. Québec (Québec, Canada), Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 16 p. [En ligne.] <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/EVC032.pdf>

[8] Caslin, B., J. Finnan and A. McCracken (eds), 2010. *Short Rotation Coppice Willow Best Practice Guidelines*. The Irish Agriculture and Food Development Authority (Teagasc) and Agri-Food and Bioscience Institute (AFBI). Carlow and Belfast (Ireland). 66 p. [En ligne.] http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow_Best_Practice_Guide_2010.pdf

[9] Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), 2011. *Principales dispositions du RSST et du RPSPS applicables aux entreprises agricoles*. Brochure d'information. 4 p. [En ligne.] http://www.csst.qc.ca/publications/100/Documents/DC100_1619_web1.pdf

[10] Conseil québécois de la coopération et de la mutualité (CQCM), 2007. *Coopératives en énergies renouvelables. Guide de développement durable*. 61 p.

[11] Coopérative agricole de biomasse de la Côte-du-Sud, 2013. *Rapport annuel 2012-2013*. Saint-Jean-Port-Joli (Québec, Canada).

[12] De Cherisey, H., C. Roy et J.C. Pouet, 2007. *La valorisation de la biomasse. Guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics*. Étude réalisée pour le compte de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), 39 p.

[13] Domac, J., K. Richards and S. Risovic, 2005. Socio-Economic Drivers in Implementing Bioenergy Projects. *Biomass and Bioenergy* 28 (2): 97-106.

[14] Faaij, A., and J. Domac, 2006. Emerging International Bio-energy Markets and Opportunities for Socio-economic Development. *Energy for Sustainable Development* 10 (1): 7-19.

[15] Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF), 2012. *Évaluation économique de la filière de la biomasse forestière destinée aux projets de chaufferies*. Rapport final préparé par EcoTec Consultants, 94 p. [En ligne.] http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/Chauffage_biomasse_CI_FQCF_2012_03_12.pdf

[16] Gasser, M.O., M. Bolinder, S. Martel et coll., 2010. *Impacts agroenvironnementaux associés à la culture et au prélèvement de biomasses végétales agricoles pour la production de bioproduits industriels*. Rapport final. Québec (Québec, Canada). Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 200 p. [En ligne.] <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/IRDAimpactBiomassefev2012.pdf>

[17] Godbout S., J.H. Palacios, J.P. Larouche et coll., 2012. *Bilan énergétique, émissions gazeuses et particulaires de la combustion de la biomasse agricole à la ferme*. Rapport final. Québec (Québec, Canada), Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 239 p. [En ligne.] <http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/440.pdf>

[18] Godbout S., J.H. Palacios, P. Brassard et coll., 2012. *Émissions gazeuses et particulaires issues de la combustion de la biomasse agricole*. Fiche synthèse. Québec (Québec, Canada), Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2 p. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Fiche_%C3%A9missions_combustion_biomasse_agr.pdf

[19] Hébert, M., et B. Breton, 2008. Recyclage agricole des cendres de bois au Québec. État de la situation, impacts et bonnes pratiques agro-environnementales. *Agrosolutions* 19 (2): 18-33. [En ligne.] <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/matieres/articles/H%C3%A9bert.2008.agrosolutions.pdf>

[20] Herbillon, C., 2010. Cohabitation de projets énergie biomasse à l'échelle d'un territoire. La parole des acteurs sur le terrain. Étude réalisée par le Réseau rural national dans le cadre du groupe «Valorisation des ressources locales», sous-groupe «Biomasse énergie». Paris, France. 20 p. [En ligne.] http://www.reseaurural.fr/files/plaquette_etude_cohabitation_rr_18-03-2011_0.pdf

[21] Lease, N., G. Goyette, G. Hayart et coll., 2009. *Évaluation du potentiel de la filière des granules combustibles fabriqués à partir des cultures pérennes*. Direction de l'agroenvironnement et du développement durable. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). 54 p. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/Evaluation_granules.pdf

[22] Lemieux, D., C. Dutil, B. Demers et coll., 2013. *Plan directeur de la Fédération québécoise des coopératives forestières*. Rapport final de la Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF). 69 p. [En ligne.] http://www.fqcf.coop/wp-content/uploads/Plan_directeur.pdf

[23] Maier, J., 2007. Opinion d'un invité : l'énergie de la biomasse fait-elle concurrence à la sécurité alimentaire? *Agriculture et développement rural* 14 (2): 28-29. [En ligne.] http://www.rural21.com/uploads/media/ELR_L_energie_de_la_biomasse..._0207.pdf

[24] Majeau, J.A., M. Hébert et J. Desforges, 2013. Les cendres de poêles à bois. Que peut-on en faire? *Vecteur environnement* 47 (3): 43-49. [En ligne.] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/cendre-poele-bois-201305.pdf>

[25] Martel, S., S. Seydoux, A. Michaud et coll., 2006. *Évaluation des effets combinés des principales pratiques de gestion bénéfiques (PGB)*. *Revue de littérature et schéma décisionnel pour la mise en œuvre de PGB*. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Québec, 118 p. + annexes. [En ligne.] http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/martel-et-al-2006_rapport_interactions_pgb.pdf

[26] Martineau, A., et L. Bouthillier, 2007. Repères sur l'acceptabilité sociale de la ligniculture de peuplier hybride en Estrie. *Info RLQ* 4 (1): 4p. [En ligne.] <http://www.rlq.uqam.ca/cartable/inforlq/pdf/Info-RLQvol4no1janvier2007.pdf>



[27] Mayfield, C.A., C.D. Foster, C.T. Smith *et al.*, 2007. Opportunities, Barriers and Strategies for Forest Bioenergy and Bio-based Product Development in the Southern United States. *Biomass and Bioenergy* 31 (9): 631-637.

[28] McCormick, K., and T. Kåberger, 2007. Key Barriers for Bioenergy in Europe: Economic Conditions, Know-how and Institutional Capacity, and Supply Chain Coordination. *Biomass and Bioenergy* 31 (7): 443-452.

[29] Meloche, J.-P., et G. Debailleul, 2013. *Acquisition des terres agricoles par des non-agriculteurs au Québec: ampleur, causes et portée du phénomène*. Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO). 64 p. [En ligne.] <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2013RP-04.pdf>

[30] Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), 2010. *Cadre de référence pour la mise en place et le développement des CUMA et CUMO. Volume 1*. 23 p. [En ligne.] <http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/Cadrer%C3%A9f%C3%A9renceCUMA.pdf>

[31] Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), 2009. *Évaluation du potentiel de la filière des granules combustibles fabriqués à partir des cultures pérennes*. Direction de l'agroenvironnement et du développement durable. 54 p. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/Evaluation_granules.pdf

[32] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2011. *L'énergie renouvelable: source naturelle de succès pour le développement rural*. Rapport du groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. 63 p. [En ligne.] http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement_regional/ruralite/groupe_travail/rapport_groupe_prod_energie.pdf

[33] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2011. *Synthèse des leviers et barrières au développement d'initiatives énergétiques en milieu rural québécois*. Rapport du groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. 24 p. [En ligne.] http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement_regional/ruralite/groupe_travail/synthese_leviers_barrieres_developpement.pdf

[34] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2006. *Politique nationale de la ruralité*. 68 p. [En ligne.] http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement_regional/ruralite/politique_nationale_ruralite/ruralite_politique.pdf

[35] Morin, K., L. Richard, R. Cloutier et coll., 2004. Portrait de l'établissement et du retrait de l'agriculture au Québec. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du

Québec (CRAAQ). 126 p. [En ligne.] <http://www.craaq.qc.ca/data/DOCUMENTS/ECY005.pdf>

[36] Municipalité régionale de comté (MRC) de Brome-Missisquoi, 2010. *Plan de développement de la zone agricole de Brome-Missisquoi*. 696 p. [En ligne.] http://www.mrcbm.qc.ca/common/documentsContenu/amen_grandsdossiers_PDZAFinal.pdf

[37] Nova Scotia Department of Energy, 2011. *Community Feed-in Tariff Program : Facts*. Fact Sheet. 2 p. [En ligne.] https://nsrenewables.ca/sites/default/files/comfit_backgrounder.pdf

[38] Office nationale de l'énergie du Canada, 2011. « ONÉ – Prix – Regard sur les prix de l'énergie au Canada de 2000 à 2010 – Info-Énergie ». [Consulté le 7 octobre 2013, n'est plus en ligne.] <http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfctn/prcng/cndnnrgprcngtrndfct2011/cndnnrgprcngtrndfct-fra.html>

[39] Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 2008. *La hausse des prix alimentaires: causes, conséquences et solutions*, Paris (France). 8 p. [En ligne.] <http://78.41.128.130/dataoecd/17/51/41403444.pdf>

[40] Palacios, J.H., S. Godbout, R.F. El Cadhi et coll., 2012. *Comparaison des odeurs générées par la combustion et l'entreposage de différentes biomasses agricoles*. Fiche synthèse. Québec (Québec, Canada), Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2 p. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Fiche_odeurs_biomasse_agr.pdf

[41] Piette, A., 2014. Coopérative Bio-Énergie, Lac-Mégantic. Communication personnelle par téléphone, 8 janvier 2014.

[42] Pigeon, S., 2005. *Rampes d'épandage*. Plan des interventions agroenvironnementales de la Fédération des producteurs de porc du Québec (FFPQ), Fiche technique no 5. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/6-2-4_Fiche_Rampe.pdf

[43] Pigeon, S., C. Fortier, F. Coderre et J.-Y. Drolet, 2012. *Granulation: fiche détaillée*. Ministère des Ressources naturelles, Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques. 12 p. [En ligne.] http://efficaciteenergetique.mrn.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/agroalimentaire_agricole/3-Granulation.pdf

[44] Proulx, M.U., 2012. *La dynamique spatioéconomique contemporaine du Québec et la zone de transition nord-sud*. Mémoire présenté à la Commission parlementaire sur l'aménagement et l'urbanisme. CAT – 027M C.P. – P.L. 34 Occupation et vitalité des territoires. 21 p. [En ligne.] http://www.assnat.qc.ca/Media/Process.aspx?MediaId=ANQ.Vigie.BII.DocumentGenerique_53369&process=Default&token=ZyMoxNwUn8ikQ+TRKYwPCJWrKwg+vlv9rjij7p3xLGTZDmLVSmJLoqe/vG7/YWzz

- [45] Proulx, M.U., 2009. Territoires émergents et cohérence dans l'espace Québec. *Cahiers de géographie du Québec* 149 (53): 177-196. [En ligne.] <http://www.erudit.org/revue/cgq/2009/v53/n149/038781ar.pdf>
- [46] Proulx, M.U., et N. Riverin, 2002. La dynamique spatio-économique contemporaine ou recentrage spatial du développement au Québec. *Revue interventions économiques* 28 [En ligne.] <http://interventionseconomiques.revues.org/1093>
- [47] Régie de l'énergie du Québec, 2004-2013. « Régie de l'énergie. Produits pétroliers. Informations utiles ». [En ligne, consulté le 7 octobre 2013.] http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole_/tarifs.php
- [48] Réseau mixte technologique (RMT) Biomasse, 2009. *Le miscanthus*. Fiche culture. 10 p. [En ligne.] http://www.biomasse-territoire.info/fileadmin/site_bioter/documents_bioter/RMT_biomasse/RMT_MISCANTHUS.pdf
- [49] Roos, A., R.L. Graham, B. Hektor *et al.*, 1999. Critical Factors to Bioenergy Implementation. *Biomass and Bioenergy* 17 (2): 113-126.
- [50] Salvas, G., 2013. Agro-Énergie, Saint-Roch-de-l'Achigan. Communication personnelle par téléphone, 9 décembre 2013.
- [51] Sampson, C., J. Agnew and J. Wassermann, 2012. *Logistics of Agricultural-Based Biomass Feedstock for Saskatchewan*. Research Report prepared by PAMI for ABC Steering Committee, SaskPower and NRCan. Humboldt. 231 p. [En ligne.] <http://pami.ca/wp-content/uploads/2012/06/Research-Report-Logistics-of-Agricultural-Biomass-Feedstock-for-Saskatchewan.pdf>
- [52] Sebastian, A., A.M. Madsen, L. Martensson *et al.*, 2006. Assessment of microbial exposure risks from handling of biofuel wood chips and straw-effect of outdoor storage. *Annals of agricultural and environmental medicine* 13 (1): 139-145. [En ligne.] <http://www.aem.pl/pdf/13139.pdf>
- [53] Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), 2011. *Heures de conduite et de repos des conducteurs de véhicules lourds*. Brochure d'information. 63 p. [En ligne.] http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/lourds/heures_conduite.pdf
- [54] Thörnqvist, T., 1985. Drying and Storage of Forest Residues for Energy Production. *Biomass* 7 (2): 125-134. [En ligne.] http://www.researchgate.net/publication/222488222_Storage_and_drying_of_wood_fuel/file/9c96052a6ebcee7044.pdf
- [55] Tremblay, D., 2013. Coopérative agricole de biomasse de la Côte du-Sud, Saint-Jean-Port-Joli. Communications personnelles par téléphone, 3 et 9 décembre 2013.
- [56] Trink, T., C. Schmid, T. Schinko *et al.*, 2010. Regional Economic Impacts of Biomass based Energy Service Use: A Comparison across

Crops and Technologies for East Styria, Austria. *Energy Policy* 38 (10): 5912-5926.

- [57] Union des producteurs agricoles (UPA), 2012. La valorisation des terres en friche. Fiche no 6 de la trousse d'information PDZA. 5 p. [En ligne.] http://www.trousse.pdza.ca/assets/telechargement/fiches_carte/FICHE_06-Friches.pdf
- [58] Université Laval, 2013. « Doctorat en biologie végétale (Ph. D.) ». Section Programmes d'études. [En ligne.] <http://www2.ulaval.ca/les-etudes/programmes/repertoire/details/doctorat-en-biologie-vegetale-ph-d.html#presentation-generale&aperçu>
- [59] Université McGill, 2013. Bachelor of Engineering (Bioressource) – B. Eng. (Bioressource)”. Section Programs, Courses and University Regulations. [En ligne.] http://www.mcgill.ca/study/2013-2014/faculties/macdonald/undergraduate/ug_faes_bachelor_of_engineering_bioresource_beng_bioresource
- [60] Van Loo, S., and J. Koppejan, 2008. *The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing*. Sterling (VA, United States), S. Van Loo et Jaap Koppejan, eds. 442 p
- [61] Vouligny, C., et S. Gariépy, 2008. *Les friches agricoles au Québec: état des lieux et approches de valorisation*. Rapport rédigé pour Agriculture et Agroalimentaire Canada. 66 p. [En ligne.] http://www.agrireseau.qc.ca/Agroforesterie/documents/Rapport_friches_agricoles_QC_2007_Fr_Final.pdf



ISBN 978-2-89725-074-4 (imprimé)
ISBN 978-2-89725-075-1 (PDF)

Nature Québec
sensible à tous les milieux