Contribution de l'agriculture à l'avenir énergétique du Québec : des solutions issues de la recherche agroenvironnementale appliquée

Mémoire

Mémoire présenté à la

Commission sur les enjeux énergétiques du Québec

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

1er octobre 2013

Table des matières

Table des matières ii

Liste des figures iii

1 Présentation 4

2 Programme scientifique de l'IRDA 5

3 Réalisations 7

3.1 Aperçu de certains procédés étudiés 7

4 Liens avec la future politique énergétique 9

4.1 Réduire les émissions de gaz à effet de serre 9

4.2 Miser sur la production d'énergies renouvelables (hydroélectricité et éolien) et développer les énergies renouvelables émergentes (hydrolienne, solaire passif, géothermique) en favorisant le développement et l'innovation 11

4.3 Assurer à long terme la sécurité et la diversité des approvisionnements énergétiques du Québec. 14

5 Recommandations 15

6 Références 16

Liste des figures

Figure 1 Répartition des potentiels de réduction des émissions de GES..... 10

1 Présentation

L'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) a pour mission de réaliser des activités de recherche, de développement et de transfert en agroenvironnement visant à favoriser l'innovation en agriculture, dans une perspective de développement durable.

L'IRDA est une corporation de recherche à but non lucratif, constituée en mars 1998 par quatre membres fondateurs, soit le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), l'Union des producteurs agricoles (UPA), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et le Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MESRST).

L'Institut peut compter sur une équipe de 41 professionnels de recherche, incluant 18 chercheurs. L'IRDA bénéficie de deux centres de recherche, l'un à Québec et l'autre à Saint-Bruno-de-Montarville, incluant la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, deux fermes expérimentales et un verger.

2 Programme scientifique de l'IRDA

Pour la période de 2012 à 2016, l'IRDA s'est doté de six orientations de recherche, dont deux portant sur l'énergie :

Orientation 5 :
Proposer des approches intégrées de valorisation des biomasses.

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

1. Établir des coefficients d'efficacité des biomasses, développer des stratégies de fertilisation et mesurer l'impact de la composition de ces biomasses sur l'environnement;
2. Déterminer des moyens pour augmenter la valeur agronomique des nouveaux amendements;
3. Adapter ou développer des technologies de production de bioénergie à la ferme à partir de biomasses et en caractériser les sous-produits;
4. Définir le potentiel de substitution des biomatériaux aux matériaux conventionnels et en évaluer l'impact sur la séquestration du carbone.

Orientation 6 :
Identifier des mesures pour réduire les gaz à effet de serre et s'adapter aux changements climatiques en agriculture.

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

1. Quantifier le potentiel de réduction de gaz à effet de serre (GES) résultant de pratiques agricoles ou de différentes technologies;
2. Adapter et développer des technologies permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des entreprises agricoles afin d'augmenter la contribution du secteur à la réduction des émissions de GES;
3. Estimer la disponibilité et la demande en eau dans le contexte des changements climatiques;
4. Évaluer les critères de conception des infrastructures et des ouvrages agricoles selon des scénarios de changements climatiques;
5. Développer et adapter des stratégies de lutte intégrée pour résoudre les nouvelles problématiques en phytoprotection.

La production agricole moderne requiert de l'énergie sous différentes formes, soit des énergies fossiles sous forme de diésel, de propane et d'huile, ou encore de l'hydroélectricité, qui est une énergie renouvelable. À cela faut-il ajouter l'énergie utilisée à la production de certains intrants agricoles, tels que les engrais azotés. En 2010, le secteur agricole était responsable de 7,9 % des émissions totales de gaz à effet de serre au Québec. Spécifiquement, 3 % provenaient de la fermentation entérique, 1,4 % de la gestion du fumier et 3,5 % de la gestion des sols agricoles (MDDEFP, 2010).

.

Le secteur agricole québécois devient responsable d'un peu plus de 10 % des émissions de GES lorsque les émissions provenant de l'utilisation d'énergie sur les fermes y sont comptabilisées. Ces émissions proviennent de la combustion de carburants fossiles utilisés dans les tracteurs et autres véhicules ainsi que de la consommation de propane et d'huile pour le chauffage des bâtiments et le séchage des grains.

Les recherches réalisées présentement à l'IRDA permettront de travailler sur la réduction des émissions provenant de la gestion du fumier et de la gestion des sols agricoles.

3 Réalisations

Depuis 2006, l'IRDA a réalisé plus d'une quinzaine de projets de recherche scientifique portant sur le développement d'énergies vertes et la réduction des émissions de GES en agriculture. Dans le cadre de ces projets de recherche, différents équipements ayant pour but de faciliter le transfert à la ferme ont été développés soit :

- Un laboratoire mobile de séparation;
- Un laboratoire sur le bilan agroenvironnemental des bâtiments d'élevage (BABE);
- Un laboratoire mobile de mesure de qualité de l'air;
- Un laboratoire sur les énergies en agriculture durable (LEAD).

En 2013, l'IRDA a démarré les activités du nouveau Laboratoire sur les énergies en agriculture durable (LEAD). Le seul de son genre au Québec et au Canada, ce laboratoire possède les infrastructures nécessaires au développement des énergies agricoles vertes. Le LEAD abrite des installations pour réaliser des projets de recherche en production d'énergie par la valorisation des résidus agricoles de nature végétale et animale et de cultures dédiées. Jusqu'à présent, la pyrolyse, la combustion, la pile bioélectrochimique, de même que d'autres procédés ont été retenus pour évaluer quelle serait la meilleure façon de produire de l'énergie durable à la ferme.

3.1 Aperçu de certains procédés étudiés

Pyrolyse

La pyrolyse transforme la biomasse à haute température en absence d'oxygène en trois sous-produits: le biocharbon, la biohuile et le gaz combustible. En plus de permettre la production de bioénergie et la valorisation des résidus, certains sous-produits issus de la pyrolyse peuvent séquestrer le carbone.

Combustion

Une chaudière à combustion peut tester différentes biomasses telles que le saule à croissance rapide, le panic érigé, le miscanthus et l'alpiste roseau. Des recherches antérieures de l'IRDA ont identifié ces cultures comme étant celles ayant le meilleur potentiel de développement au Québec.

Pile bioélectrochimique

Une pile bioélectrochimique est une pile à combustible qui convertit l'énergie disponible dans un liquide, comme du lisier de porc, possédant une charge organique biodégradable directement en électricité tout en diminuant sa charge polluante. Son fonctionnement est tributaire d'une flore bactérienne anaérobie dont les mécanismes respiratoires permettent la production d'électricité.

4 Liens avec la future politique énergétique

Les activités de recherche de l'IRDA portant sur les énergies vertes s'inscrivent dans trois des six objectifs stratégiques de la future Politique, soit :

1. Réduire les émissions de gaz à effet de serre;
4. Miser sur la production d'énergies renouvelables (hydroélectricité et éolien) et développer les énergies renouvelables émergentes (hydrolienne, solaire passif, géothermique, etc.) en favorisant le développement et l'innovation;
6. Assurer à long terme la sécurité et la diversité des approvisionnements énergétiques du Québec.

4.1 Réduire les émissions de gaz à effet de serre

D'ici 5 ans, l'application des nouvelles technologies et procédés développés à l'IRDA pourra améliorer le bilan carbone des exploitations agricoles et conséquemment réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

L'impact de ces technologies varie selon le type d'application possible par secteur de production.

Exemple 1 : Application de nouvelles technologies et procédés en production porcine

Voici un exemple appliqué au secteur de la production porcine. Il permet d'illustrer les possibles applications des technologies et des procédés développés à l'IRDA pour contribuer à l'atteinte des objectifs québécois de réduction de GES en agriculture.

Deux procédés présentement étudiés à l'IRDA ont été retenus, soit la combustion de cultures dédiées pour produire de la chaleur et la pyrolyse pour produire de la biohuile et du biocharbon.

En 2010, élever un porc générait 3,85 kCO_2eq par kilo de porc (ODO Technologies, 2010). Or, produire les 7 millions de porcs de 110 kg élevés au Québec génère 2,9 MT CO_2eq.

Au Québec, la combustion de propane en production porcine génère 85 000 tCO_2eq. Pour utiliser la chaleur produite par la combustion de cultures énergétiques dans le but de remplacer la moitié du propane consommé dans les porcheries au Québec, 4 000 ha de cultures énergétiques seront nécessaires pour produire 715 000 GJ de chaleur.

Résultat : les émissions de gaz à effet seront réduites de 29 kt CO_2e.

Si l'on pyrolyse la moitié des solides de lisier de porc au Québec, le biocharbon issu du procédé de pyrolyse sera épandu au champ.

Résultat : le carbone séquestré dans le sol réduira les émissions de gaz à effet de serre de 83 kt de CO_2e. De plus, les émissions des N_2O seront réduites de 50 kt CO_2e.

De plus, près de 480 000 L de biocarburants seront produits à partir de la biohuile issue du procédé de pyrolyse.

Résultat : les émissions de gaz à effet de serre seront réduites de 177 kt CO_2e.

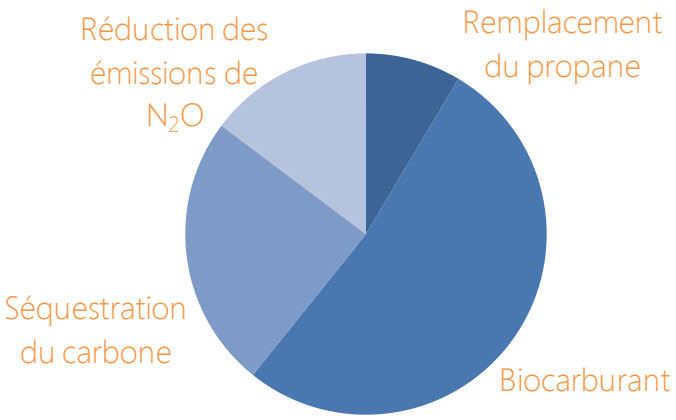

Figure 1 Répartition des potentiels de réduction des émissions de GES

Donc, en intégrant ces nouvelles sources d'énergie verte au seul secteur de la production porcine, on pourrait réduire d'ici cinq ans les émissions de GES du secteur agricole québécois d'au moins 4 % par année.

Exemple 2 : Le biocharbon : valoriser les résidus agricoles et réduire les GES

Le biocharbon est un produit comparable au charbon, mais obtenu par la pyrolyse de matière organique, telle que les résidus de récolte ou d'origine animale. Tout comme le charbon, il a une haute teneur en carbone et est très résistant à la décomposition.

La séquestration de carbone par la conversion de la biomasse en des formes plus durables a été proposée comme une stratégie de lutte contre les changements climatiques globaux (Wang et al., 2012). En raison de la stabilité du carbone dans le biocharbon, la pyrolyse est devenue une des méthodes les plus prometteuses pour gérer les déchets tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre (Lehmann et Joseph 2009). En effet, au lieu de laisser la matière organique résiduelle se décomposer et émettre naturellement des gaz à effet de serre, la pyrolyse permet de séquestrer le carbone et de le stocker dans un quasi-permanent réservoir de carbone : le sol. La séquestration du carbone par le biocharbon pyrolytique est considérée comme un bilan carbone négatif, car elle se traduit par un retrait net de dioxyde de carbone atmosphérique pour de longues périodes de temps, voire des siècles ou des millénaires (Zafar, 2013 ; IBI, site web 2012).

Une recherche réalisée à l'IRDA (à publier) démontre qu'en pyrolysant le lisier de porc et en le transformant en biocharbon, il est possible de séquestrer un minimum de 50 % du carbone initial. Le biocharbon peut par la suite être utilisé comme amendement organique puisqu'il améliore la structure du sol.

Le biocharbon est un nouveau produit avec un fort potentiel, autant agronomique qu'environnemental. Il est important de poursuivre les recherches pour comprendre son plein potentiel d'utilisation.

4.2 Miser sur la production d'énergies renouvelables (hydroélectricité et éolien) et développer les énergies renouvelables émergentes (hydrolienne, solaire passif, géothermique) en favorisant le développement et l'innovation.

L'IRDA étudie présentement différentes sources d'agrocombustibles afin de développer une sélection d'énergies renouvelables adaptées aux différentes régions et types de production. Ces agrocombustibles sont fabriqués à partir de résidus (déchets) ou de cultures agricoles, par exemple :

- Les résidus d'origine animale (ex. fumier et lisier de porc);
- Les résidus d'origine végétale (ex. résidus de récolte);
- Les cultures dédiées (ex. le saule à croissance rapide, l'alpiste roseau, le panic érigé et le miscanthus).

Ces différentes sources d'agrocombustibles, une fois transformés par pyrolyse ou par combustion, peuvent produire de la biohuile, du biocharbon, de la chaleur ou encore de l'électricité.

Plusieurs facteurs influencent le potentiel de production, l'efficacité et le bilan environnemental de chacun de ces produits.

Exemple 3 : Culture dédiée pour la combustion

Par exemple, en Ontario, en remplaçant le tabac ou le seigle par une culture dédiée comme le miscanthus, les émissions globales de GES peuvent être négatives, soit de -90 $C0_2e$/ kWh (Sanscartier et al. 2013) au lieu de 0 à 20 $C0_2e$/ kWh pour l'hydroélectricité. Par contre, le lieu d'implantation du miscanthus affecte grandement la quantité d'émissions de GES. Pour obtenir des gains et avoir un bilan carbone négatif, il faudra implanter le miscanthus sur des terres pauvres en carbone ou encore sur des terres à haut rendement.

Certaines provinces canadiennes comme l'Ontario sont en avance sur le Québec sur l'implantation de cultures dédiées, notamment dû aux gains environnementaux importants dont elles bénéficient en réduisant leur consommation de charbon ou d'énergie nucléaire par exemple.

Par contre, au Québec, le propane et le mazout sont souvent utilisés pour produire de la chaleur en serriculture ou encore en production porcine. Il serait donc avantageux d'étudier davantage les différents scénarios d'application des nouvelles technologies incluant le potentiel de production, l'efficacité et le bilan environnemental propre à la réalité et à la géographie québécoise.

Sur ce point, l'IRDA insiste sur le fait que les cultures dédiées doivent être préférablement implantées soit sur des terres en friche, ou encore sur des terres marginales où le gain environnemental est plus important. Ensuite, sur les terres agricoles à haute valeur agronomique, il serait possible de faire des cultures dédiées en bandes riveraines par exemple, et ainsi ne pas nuire à la production d'aliments et

permettre un revenu additionnel au producteur provenant de ces cultures implantées sur les bandes riveraines.

Exemple 4 : Un nouvel agrocombustible, la biohuile

La biohuile pyrolytique est issue de la condensation des gaz générés lors de la pyrolyse de matière organique, telle que les résidus de récolte ou d'origine animale. La qualité de la biohuile est grandement influencée par la biomasse utilisée et les paramètres de réaction.

Selon Verma et Solomatnikova (2011), la biohuile obtenue par le procédé résultant d'une collaboration IRDA-CRIQ suite à la pyrolyse de solide de lisier de porcs, possède des propriétés physicochimiques semblables à celles des biohuiles produites à partir de différents types de biomasse. Cette biohuile possède toutes les caractéristiques lui permettant d'être utilisée comme combustible de substitution dans des systèmes de chauffage qui emploient des huiles lourdes telles que le bunker ou le mazout n° 6. Toutefois, il n'est pas présentement possible de l'utiliser dans un moteur diésel et des recherches en collaboration avec différents partenaires sont en cours pour palier cette problématique. Une fois ces questions résolues, il sera possible de mélanger cette biohuile au diésel selon un ratio à déterminer. Comme illustré précédemment en production porcine, il serait alors possible de réduire des émissions de gaz à effet de serre en agriculture de 177 kt CO_2e.

Exemple 5 : Une solution innovante en production d'énergie verte, la pile bioélectrochimique (PBE)

La dernière génération de piles bioélectrochimiques (PBE) réalisée dans les laboratoires de l'IRDA permet d'estimer qu'un réacteur de 1 m^3 avec des PBEs permettrait une production électrique de 120 watts en utilisant du lisier comme carburant. Pour une ferme porcine de 2 000 porc-places qui produirait environ 10 m^3 de lisier par jour et en estimant que le temps de séjour du lisier dans un réacteur de PBEs sera de six jours, il faudra un réacteur de 120 m^3 de capacité fournissant ainsi une sortie de puissance de 14,4 kW, soit l'équivalent d'une source électrique fournissant 60 ampères à 240 volts c.a. Avec ce potentiel, les PBEs pourraient éventuellement faire partie des options offertes aux éleveurs pour traiter le lisier (assainir, réduire la demande chimique en oxygène et les odeurs). Cette technologie fonctionnerait en autarcie (indépendante en énergie) et, potentiellement, fournirait une partie des besoins énergétiques de la ferme, réduisant ainsi son impact en production de GES.

4.3 Assurer à long terme la sécurité et la diversité des approvisionnements énergétiques du Québec.

L'IRDA œuvre au développement de technologies vertes utilisables à la ferme dans le but d'améliorer le bilan environnemental des exploitations agricoles.

Il n'est pas aisé, quand le prix des énergies fossiles fluctue sans cesse, de poursuivre le développement de nouvelles énergies vertes. Pourtant, et surtout en agriculture, celles-ci permettraient aux fermes de produire de la nourriture tout en réduisant leur dépendance au pétrole.

Dû à la nature même des nouveaux agrocombustibles, les fermes pourraient produire leur propre énergie en recyclant des résidus de production agricole (résidus de récoltes, résidus d'origine animale, etc.)

Les cultures dédiées permettraient à la fois de remettre en culture des terres marginales, d'améliorer le bilan environnemental et potentiellement de fournir un revenu additionnel aux fermes.

Il est concevable pour des régions plus éloignées telles que la Côté Nord, l'Abitibi-Témiscamingue et la Gaspésie de tirer profit de ces nouvelles productions. Toutefois, la rentabilité économique liée à la production et à l'utilisation de ces nouvelles énergies vertes doit être étudiée davantage. À cet effet, l'IRDA prévoit de telles analyses économiques dans ses projets de recherche.

Près de la moitié des émissions de GES en agriculture sont dues aux émissions au champ. Revoir l'ensemble des pratiques agricoles, des forces motrices requises à la préparation des sols pour les semis, en passant par la gestion de l'irrigation jusqu'à la récolte, permettrait d'améliorer ce bilan. Une approche écosystémique regroupant le meilleur des connaissances agronomiques, biologiques et chimiques permettrait d'étudier et d'optimiser ces pratiques.

Il est possible de réduire de façon substantielle l'usage d'énergies fossiles en agriculture, notamment grâce aux nouvelles technologies telles que la pyrolyse et la combustion de biomasse agricole. L'équilibre réside dans le choix stratégique des types d'énergies à utiliser. Il est urgent d'identifier les alternatives énergétiques pour l'agriculture et l'environnement de demain.

5 Recommandations

1. Investir en recherche, en développement et en transfert afin d'accélérer le remplacement des énergies fossiles par des énergies agricoles vertes et faire du Québec une référence à l'échelle mondiale à ce niveau.

2. Soutenir ces efforts de recherche et de développement d'énergies agricoles vertes à moyen et à long terme indépendamment des fluctuations de prix des énergies fossiles.

3. Développer le secteur des énergies agricoles vertes sans nuire à la production alimentaire québécoise en étudiant l'implantation de cultures dédiées sur des terres marginales et en bandes riveraines.

4. Développer les filières énergétiques en agriculture en complétant des analyses globales, pour assurer la performance technique des options retenues, en respectant les ressources de base (eau, air, sol) tout en assurant l'acceptabilité sociale de ces solutions par les communautés concernées, respectant ainsi les principes du développement durable.

5. Soutenir la diversification des sources d'énergies agricoles vertes de façon à évoluer vers l'autosuffisance énergétique des agriculteurs.

6. Revoir les pratiques culturales afin de réduire les émissions de GES au champ.

7. Élaborer les plans de développement régionaux en tenant compte, à la fois, du potentiel de développement énergétique, du potentiel de production agricole et des contraintes d'utilisation.

8. Amorcer l'adoption des nouvelles technologies d'énergies agricoles vertes en les mettant à contribution comme source d'énergie d'appoint (ex. : durant les périodes de pointe).

6 Références

IBI (International Biochar Initiative). 2012. What is biochar? Disponible en ligne : http://www.biochar-international.org/biochar. Site consulté en janvier 2013.

Lehmann, J. et S. Joseph. 2009. Chapitre 1 : Biochar for Environmental Management: an Introduction. Dans le livre : Biochar for Environmentak Management – Science and Technology. Édité par Lehmann J. et S. Joseph. Earthscan. ISBN : 978-1-84407-658-1.

MDDEFP. 2010. Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990. Disponible en ligne : http://www.mddefp.gouv.qc.ca/changements/ges/2009/inventaire1990-2009.pdf Site consulté en septembre 2013.

ODO Technologies. 2010. Évaluation du niveau de perfectionnement à apporter à l'outil de quantification des émissions de GES de la FPPQ pour quantifier l'empreinte carbone de la production porcine au Québec. 19 pages.

Sanscartier, D., B. Deen, G. Dias, H.L. Maclean, H. Dadfar, I. McDonald et H. Kludze. 2013. Implications of land class and environmental factors on life cycle GHG emissions of Miscanthus as a bioenergy feedstock. Global Change Biology Bioenergy. DOI: 10.1111/gcbb.12062.

Verma, M. et O. Solomatnikova. 2011. Développement d'un procédé de transformation à la ferme de la fraction solide des lisiers de porc en produits énergétiques. Projet CDAQ No. 6280 – Rapport final. IRDA-CRIQ. 66 pages.

Wang, T., M. Camps-Arbestain, M. Hedley et P. Bishop. 2012. Predicting phosphorus bioavailability from high-ash biochars. Plant Soil 357:173–187.

Zafar, S. 2013. On Biochar and Bio Oil. Cleantech Solutions. Disponible en ligne : http://www.cleantechloops.com/carbon-sequestration-and-biochar/. Site consulté en février 2013.