

# Bilan énergétique et caractérisation des effluents de combustion de la biomasse agricole

Stéphane Godbout<sup>1</sup>, Stéphane P. Lemay<sup>1</sup>, Jean-Pierre Larouche<sup>1</sup>, Frédéric Pelletier<sup>1</sup>, Joahnn Palacios<sup>1</sup>, Patrick Brassard<sup>1</sup>, Luc Belzile<sup>1</sup> et Patrick Dubé<sup>1</sup>

**Collaborateurs :** Denis Buisières<sup>2</sup>, Philippe Savoie<sup>3</sup>, Josée Chicoine<sup>4</sup>, Martin Guernon<sup>5</sup>, René Couture<sup>5</sup>, Dan Zegan<sup>1</sup>, François Léveillé<sup>1</sup>, Mausam Verma<sup>1</sup>, Christine Landry<sup>1</sup>, Marc-Olivier Gasser<sup>1</sup>, Richard Ringuette<sup>6</sup>, Claude Charest<sup>7</sup>, Richard Painchaud<sup>8</sup> et Armand Perrault<sup>9</sup>

La production d'énergie à partir de biomasse suscite actuellement beaucoup d'intérêt dans le milieu agricole. La mise en place d'une filière de biomasse lignocellulosique à des fins énergétiques permettrait une diversification des revenus et la mise en valeur de certaines terres marginales. Divers produits, résidus de culture et sous-produits agricoles ou agroalimentaires pourraient aussi être utilisés comme combustibles dans des fournaies à biomasse installées à la ferme. L'énergie ainsi produite permettrait de réduire la consommation de carburants fossiles et les émissions de gaz à effet de serre.

Si la combustion du bois est assez bien documentée et encadrée, le manque d'information sur les émissions issues de la combustion de diverses biomasses agricoles limite les possibilités d'encadrement et de développement de ce domaine.

Dans ce contexte, de concert avec plusieurs partenaires du milieu, l'IRDA a entrepris trois projets de recherche sur la combustion de la biomasse agricole et agroalimentaire.

Dans un premier temps, une revue de littérature exhaustive sur les émissions produites lors de la combustion de divers types de biomasses agricoles a été réalisée à l'automne 2009. Différentes normes reliées à la combustion ont été analysées et résumées, en collaboration avec les intervenants de la Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Un inventaire des méthodes d'analyse standardisées et reconnues a été réalisé dans la même foulée. Les informations recueillies ont permis d'inventorier et de caractériser les gaz et particules émises lors de la combustion de la biomasse agri-

cole et d'élaborer un protocole de mesure répondant aux exigences du MDDEP.

## Essais de combustion à la ferme

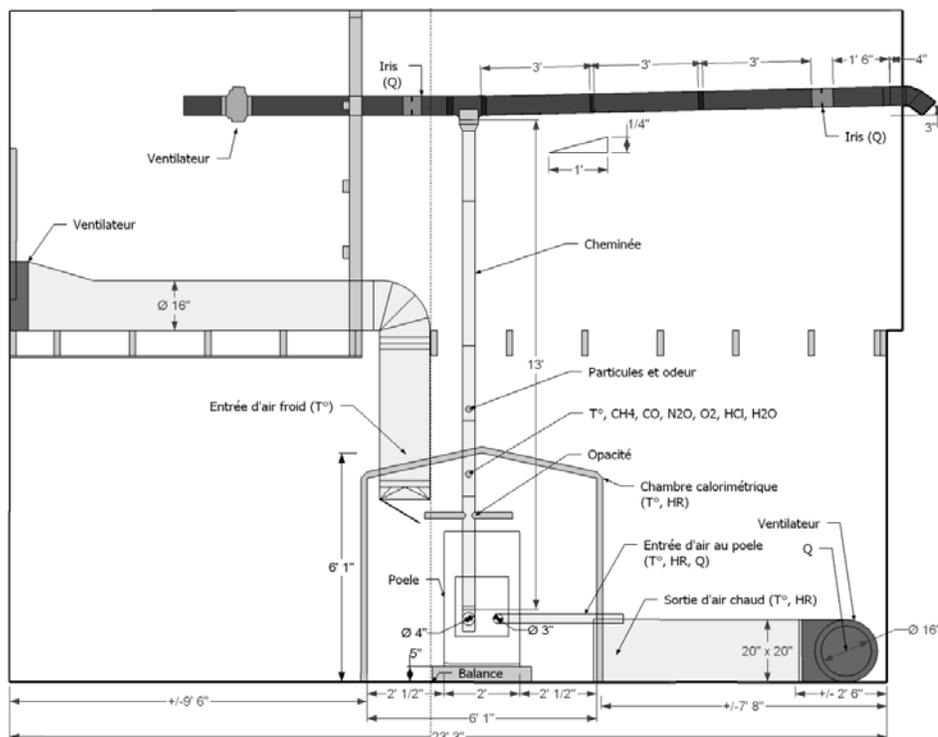
Un deuxième projet est en cours afin de quantifier les émissions gazeuses et particulaires produites lors de la combustion de diverses biomasses agricoles et agroalimentaires dans une fournaie extérieure.

Au début de 2010, un comité d'experts a identifié des produits et sous-produits agricoles et agroalimentaires susceptibles de fournir un potentiel énergétique intéressant. Les produits ciblés incluaient des cultures à vocation énergétique, mais aussi les fumiers de bovin et de volaille, les solides de lisier de porc, les boues d'abattoirs, etc.

À l'aide d'une grille de décision multicritère (voir encadré page suivante), le comité a ensuite sélectionné trois produits mis à l'étude dans la suite du projet : le saule, le panic érigé et les solides de lisier de porc.

À l'hiver 2011, un poêle a été installée au centre de recherche de Deschambault. La fournaie choisie est d'un type utilisé couramment dans le domaine résidentiel pour brûler des granules de bois, du maïs, du blé, de l'orge et des granules d'écorce et de papier. Cette fournaie a été instrumentée pour mesurer l'énergie produite ainsi que les émissions de gaz et de particules.

Des essais préliminaires ont été d'abord réalisés avec du bois pour permettre à l'équipe de recherche de se familiariser avec le fonctionnement et l'ajustement de la fournaie. Puis, les essais de combustion ont eu lieu à l'hiver 2011 sur les trois biomasses sélectionnées par le comité d'experts, ainsi que sur le bois (à titre comparatif). Afin de réduire leur teneur en eau et d'améliorer leur potentiel calorifique, les solides de lisier de porc ont été préalablement conditionnés à l'aide du procédé de bioséchage SHOC<sup>MD</sup>.





À chaque série d'essais, les intrants et les effluents (fumée et cendres) ont été échantillonnés et caractérisés. L'émission de particules, l'opacité et plusieurs gaz d'intérêt environnemental susceptibles d'être formés durant la combustion, dont CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O, ont été mesurés en continu dans les gaz éva-

cués par la fournaise. Les données recueillies permettront de produire les bilans massiques et énergétiques, ainsi qu'une analyse technico-économique. Le potentiel de récupération de la chaleur et les avenues de valorisation des cendres seront aussi évalués par la suite.

Pour tenir compte des multiples facettes des enjeux énergétiques, environnementaux et sociaux, une grille de décision a éclairé le choix des produits retenus pour les essais de combustion. Cette grille comprenait des critères variés, tels que :

- Le potentiel calorifique;
- La disponibilité du produit et sa provenance;
- L'acceptabilité sociale (ex. : valorisation de terres incultes, effet neutre sur la production alimentaire);
- Les émissions potentielles selon la littérature;
- Le potentiel d'utilisation des cendres;
- Le besoin de conditionnement avant la combustion;
- Les conditions d'entreposage ou de conservation;
- Le potentiel de développement.

Des essais supplémentaires seront réalisés à l'hiver 2012 avec une fournaise de type commercial de grande capacité, opérant à des températures supérieures et munie d'un dispositif pour réduire les émissions. Le même protocole sera appliqué, mais seule la biomasse la plus prometteuse sera testée.

### Certification de la biomasse agricole

Un troisième projet vise à établir les liens entre les caractéristiques de la biomasse (espèces, cultivars, période de récolte, conditionnement et forme) et les émissions produites lors de la combustion. À l'aide de ces relations, il sera possible de mettre en place les premiers jalons d'une certification de la biomasse lignocellulosique à des fins de combustion, qui favorisera un développement durable de cette filière. Ce projet débu-

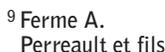
tera en septembre 2010 pour se terminer en août 2013.

À l'automne 2011, un comité d'experts choisira, à l'aide d'une grille de décision multicritère, cinq espèces de plantes énergétiques qui serviront d'intrants pour les essais. Pour chacune des espèces choisies, le comité définira deux modalités de récolte ou de conditionnement et deux granulométries à tester. Chaque traitement sera répété trois fois pendant deux ans, pour un total d'environ 120 essais de combustion. En fonction de la biomasse et du conditionnement, une partie des essais sera réalisée à l'automne et l'autre au printemps de chaque année.

Les essais de combustion se dérouleront à compter du printemps 2012 et jusqu'à l'automne 2012, dans une fournaise de capacité de 17 kW installée au centre de recherche de Deschambault. La biomasse sera analysée avant sa combustion dans les laboratoires de l'IRDA. Les paramètres de combustion (ex. : apport d'air, température, etc.) seront ajustés spécifiquement pour chaque produit afin d'obtenir une combustion la plus complète possible. Une fois ces conditions atteintes, les émissions de gaz seront mesurées en continu durant toute la période de combustion. L'énergie produite sera mesurée à l'aide d'un système d'échangeur de chaleur connecté à la fournaise. Les cendres seront pesées et échantillonnées et soumises aux mêmes analyses que les intrants.

Ces données permettront d'établir des bilans massiques et énergétiques pour chaque biomasse à l'étude. Une analyse statistique établira aussi l'effet des différents facteurs sur les concentrations des gaz émis lors de la combustion. Un modèle de régression devrait permettre de relier les émissions à ces différents facteurs afin de suggérer des critères à inclure dans d'éventuelles normes de certification de la biomasse lignocellulosique à des fins de combustion.

### Partenaires de réalisation et de financement



### Pour en savoir davantage

**Stéphane Godbout**, ingénieur, Ph. D. et agronome  
418 646-1075  
stephane.godbout@irda.qc.ca