

# Émissions gazeuses et particulaires issues de la combustion de la biomasse agricole

Stéphane Godbout<sup>1</sup>, Joahnn H. Palacios<sup>1</sup>, Patrick Brassard<sup>1-4</sup>, Jean-Pierre Larouche<sup>1</sup>, Frédéric Pelletier<sup>1</sup> et Luc Belzile<sup>1</sup>

**Collaborateurs :** Denis Bussièrès<sup>2</sup>, Michèle Grenier<sup>1</sup>, Sébastien Fournel<sup>1</sup>, Martin Belzile<sup>1</sup>, François Léveillé<sup>1</sup>, René Morissette<sup>3</sup>, Richard Ringuette<sup>6</sup>, René Couture<sup>5</sup>, Martin Guernon<sup>5</sup>, Claude Charest<sup>7</sup>, Armand Perrault<sup>9</sup>, Richard Painchaud<sup>8</sup>, Robert Lagacé<sup>4</sup>, Philippe Savoie<sup>3</sup> et Vincent Lamarre<sup>10</sup>

La production d'énergie à partir de la combustion de résidus agricoles peu valorisés ou de cultures non destinées à l'alimentation humaine et produites sur des terres marginales constitue une avenue potentiellement intéressante d'un point de vue agroenvironnemental. Toutefois, une meilleure connaissance des émissions issues de la combustion de diverses biomasses agricoles est nécessaire pour appuyer le développement de cette filière.

Dans cet objectif, un projet visant à caractériser les émissions gazeuses et particulaires issues de la combustion de trois biomasses agricoles a été réalisé à l'IRDA en 2011-2012. Les combustibles visés étaient la fraction solide de lisier de porc (FSLP), le panic érigé et le saule à croissance rapide, tous sous forme de granules. Ceux-ci ont été comparés aux granules bois comme témoin (figure 1).

Des essais de combustion ont eu lieu à l'hiver 2011 à Deschambault, dans un poêle de 17 kW instrumenté pour mesurer l'énergie produite, ainsi que les émissions de gaz et de particules (figure 2). Les émissions atmosphériques ont été déterminées à l'aide du débit dans la cheminée et de la concentration de chacun des gaz.

## Pouvoir calorifique et émissions

Les résultats présentés au tableau 1 montrent que les trois biomasses agricoles ont un pouvoir calorifique comparable au bois. Ceci indique que d'un point de vue énergétique, il est viable de remplacer le bois par des biomasses issues de l'agriculture.

De plus, dans les conditions de combustion testées et sur une base comparative, aucune différence significative n'a été mesurée entre les émissions de CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, HCl, et NH<sub>3</sub> issues de la combustion des biomasses agricoles et celles issues du bois. Les émissions de CH<sub>4</sub> (un produit de combus-



Granules de bois



Granules de fraction solide de lisier de porc bioséchée (FSLP)



Granules de panic érigé



Granules de saule

Figure 1. Biomasses sélectionnées.

tion incomplète) issues de la combustion du panic érigé ont été significativement plus faibles que lors de la combustion du bois et du saule. Les émissions de NO<sub>2</sub> ont été plus importantes pour le panic érigé que pour le bois (0,44 vs 0,05 g/kg). Seule la combustion du saule, d'une teneur en soufre moins élevée, a entraîné des émissions de SO<sub>2</sub> similaires à celles du bois. Les deux autres biomasses ont produit des émissions de SO<sub>2</sub> significativement plus élevées.

La quantité de cendres produites lors de la combustion des trois biomasses agricoles était significativement plus élevée que celle du bois, soit de quatre à dix fois plus. Compte tenu de ce constat et des caractéristiques particulières de ces cendres, des perspectives de débouchés doivent être étudiées afin de disposer de cendres des biomasses

agricoles de façon durable et économique. Or, jusqu'à présent, peu de pistes autres que la valorisation agricole ont été étudiées.

L'importance des émissions de SO<sub>2</sub>, de particules et de la quantité de cendres produites lors de la combustion de la FSLP invitent à la prudence quant à l'utilisation des déjections animales comme combustible.

Dans l'ensemble, ces essais ont démontré que la quantité et les caractéristiques des émissions gazeuses et des cendres sont intimement liées aux caractéristiques du combustible. Cela met en lumière l'importance d'instaurer un encadrement rigoureux dans le développement et la fabrication des combustibles d'origine agricole.

Tableau 1. Résumé des résultats.

PARAMÈTRES	UNITÉS	BOIS	FSLP***	PANIC ÉRIGÉ	SAULE
PCS**	MJ/kg <sub>biomasse</sub>	17,9	15,6	18,7	18,0
Humidité	% (b.s.)	6,6	10,5	14,1	12,7
CO	g/kg <sub>biomasse</sub>	9,5 ab	15,2 ab	4,6 a	17,8 b
CO <sub>2</sub>	g/kg <sub>biomasse</sub>	1135 a	1171 a	1142 a	1079 a
NO <sub>2</sub>	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,05 a	0,27 a	0,44 a	0,16 a
N <sub>2</sub> O	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,00 a	0,02 a	0,00 a	0,02 a
SO <sub>2</sub>	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,35 a	4,15 c	1,14 b	0,38 a
HCl	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,00 a
CH <sub>4</sub>	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,10 b	0,05 ab	0,02 a	0,24 b
NH <sub>3</sub>	g/kg <sub>biomasse</sub>	0,027 a	0,002 a	0,002 a	0,004 a
Particules	mg/m <sup>3</sup>	37 a	141 b	39 a	63 a
Cendres	%	0,9	10,2	4,1	4,1
Opacité	%	3,6	3,0	6,4	1,9

Pour un même paramètre, les résultats ayant des lettres différentes sont significativement différents (P = 0,05).

\*Résultats à l'échelle laboratoire; \*\*PCS : pouvoir calorifique supérieur ; \*\*\* FSLP : fraction solide de lisier de porc

## Analyse économique

Une valeur de remplacement maximale (VRM) a été estimée pour les biomasses à l'étude. La VRM est le prix maximal auquel ces biomasses demeurent concurrentielles pour remplacer des combustibles plus conventionnels. Les combustibles de référence auxquels les biomasses à l'étude ont été comparées sont le mazout léger et les résidus forestiers (copeaux de bois), et ce, pour différents scénarios de production serricole. Selon cette analyse, la conversion d'un système de chauffage au mazout léger vers un système aux granules de biomasse est plus intéressante que la conversion d'un chauffage aux résidus forestiers vers ces mêmes granules. En effet, pour substituer le mazout léger, la VRM varie de 203 à 290 \$/t, alors que pour substituer les résidus forestiers, la VRM varie entre 69 et 90 \$/t. Dans le contexte où les coûts de production sont de l'ordre de 117 à 149 \$/t pour les granules de panic érigé et de 132 à 170 \$/t pour les granules de saule, les granules de biomasse ont peu de chance de substituer les résidus forestiers pour le chauffage des serres. Toutefois, si le prix du mazout léger devait se maintenir élevé, les granules de biomasse

pourraient avantageusement substituer ce combustible fossile si leur approvisionnement est garanti.

## Essais complémentaires

Des essais complémentaires ont aussi été réalisés dans une fournaise à l'échelle commerciale chez des fabricants d'appareils de combustion. Certains constats ont émergé de ces essais :

- La combustion de la biomasse agricole peut nécessiter des conditions particulières d'opération et de gestion qui sont différentes de celles du bois, notamment la gestion des cendres et les risques de corrosion.
- La difficulté à mesurer le débit de l'air dans la cheminée s'ajoute aux difficultés d'échantillonnage rencontrées pour quantifier les concentrations des gaz. La mesure des émissions issues de la combustion de la biomasse agricole en milieu commercial nécessite donc une approche particulière qui reste à développer.



a. Poêle et chambre calorimétrique



b. Équipements d'analyse des émissions liées à la cheminée

Figure 2. Vue avant (a) et arrière (b) du montage expérimental.

## Partenaires de réalisation et de financement



## Pour en savoir davantage

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