

Combustion de biomasses agricoles : prédire les émissions atmosphériques et l'influence des caractéristiques physico-chimiques

Sébastien Fournel^{1,2}, Stéphane Godbout¹ et Joahnn H. Palacios¹

Collaborateurs : Michèle Heitz², Philippe Savoie³, René Morissette³ et Joey Villeneuve³

Au Québec, la biomasse connaît un regain d'intérêt comme ressource énergétique et les cultures dédiées gagnent en popularité chez les producteurs agricoles. L'utilisation à la ferme de plantes ligneuses ou herbacées devient donc une option envisageable, notamment en combustion.

Cependant, pour la valorisation dans de unités de combustion (<3 MW), les normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère sont beaucoup plus restrictives pour les biomasses agricoles que pour le bois. Une étude approfondie des émissions atmosphériques issues de la combustion des biomasses agricoles est donc requise pour appuyer un éventuel assouplissement de la réglementation et favoriser le développement de cette filière.

Or, une variation des caractéristiques physico-chimiques de la biomasse entraîne des différences notables des émissions produites lors de la combustion. La composition chimique de la biomasse (teneurs en C, H, O, N, S et Cl), ses propriétés physiques (humidité, densité, porosité, taille et forme) et d'autres paramètres comme l'espèce, le type de conditionnement (compression et séchage) et la date de récolte influenceront les émissions.

L'influence de certaines caractéristiques physico-chimiques sur les émissions atmosphériques est relativement bien connue, du moins, dans les grandes tendances. Par exemple, on sait qu'une augmentation de l'humidité et de la taille du combustible engendre une combustion moins efficace et un dégagement plus important de certains gaz polluants. Toutefois, peu d'études se sont attaquées à la quantification de cette influence.

Étant donné l'hétérogénéité existante, une évaluation rapide des émissions atmosphériques à l'aide d'un modèle de prédiction simplifié pourrait faire gagner du temps. Ce modèle, basé sur les caractéristiques physico-chimiques du combustible et les par mètres d'opération pourrait indiquer la tendance de formation de certains polluants.

Méthodologie

Des tests expérimentaux sur la mesure et sur l'analyse des émissions atmosphériques issues de la combustion de biomasses agricoles auront lieu à l'hiver 2013 dans le nouveau laboratoire de l'IRDA sur les énergies en agriculture durable à Deschambault. Les expérimentations se feront avec une

chaudière de la compagnie LEI Products prêtée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, le Bio-Burner (figure 1), qui développe 39 W. Les biomasses testées seront le bois (témoin), le saule à croissance rapide, le panic érigé, le miscanthus et l'alpiste roseau. Ces biomasses agricoles ont été évaluées comme celles ayant le meilleur potentiel de développement au Québec par l'équipe de recherche. L'influence de différents paramètres sera aussi évaluée durant les tests: la forme (grossière ou densifiée), la date de récolte (automne ou printemps), la teneur en eau, le pouvoir calorifique et la composition chimique.

En parallèle, un modèle de prédiction sera développé à partir des principes théoriques



Source : www.bioburner.com

Figure 1. L'appareil de combustion du projet de recherche : le Bio-Burner.

liés aux modèles thermodynamiques, à l'équilibre chimique et à l'énergie de Gibbs. Ces concepts permettent d'établir qu'en régime permanent (température et pression constantes), l'énergie disponible dans le mélange de gaz est à son minimum. Le modèle tentera donc d'estimer la concentration de chacun des gaz (spécifiés préalablement) présents dans le mélange se retrouvant à l'équ libre. Il prédira chacun des coefficients molaires de la réaction globale de la combustion de biomasse (équation 1) en fonction des caractéristiques initiales (composition de la biomasse, teneur en eau et taux d'entrée d'air). Les essais en laboratoire serviront par ailleurs à valider l'établissement du modèle.

Les premiers essais du modèle avec les résultats d'un précédent projet à l'IRDA tendent à démontrer qu'il est possible de prédire les émissions gazeuses dans un ordre de grandeur similaires aux émissions mesurées (tableau 1).

Résultats anticipés

L'amélioration des connaissances sur les propriétés des biomasses et de leur influence sur les émissions est un enjeu fondamental pour leur utilisation durable comme combustible. L'étude de l'influence de ces paramètres sur les émissions atmosphériques permettra notamment de

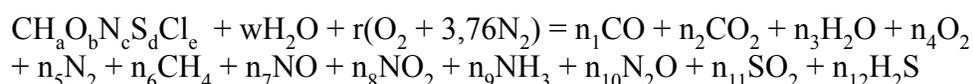
connaître les conditions dans lesquelles les biomasses respecteraient les niveaux d'émission ciblés pour la combustion de biomasses agricoles. Elle ouvrira aussi la voie à la mise sur pied d'un cadre de certification de la biomasse agricole, à l'instar des programmes développés dans

plusieurs pays européens. De plus, l'évaluation rapide des émissions atmosphériques anticipées en fonction des caractéristiques physico-chimiques du combustible facilitera son classement dans les catégories établies par le cadre de certification.

Tableau 1. Comparaison des émissions gazeuses mesurées lors d'un essai de combustion du panic érigé avec celles du modèle de prédiction développé.

GAZ	ÉMISSIONS (g/kg)	
	MESURÉES	MODÉLISÉES
CH ₄	0,0010	0,0011
CO	5,454	0,0106
CO ₂	1916	1650
HCl	0,0000	0,0354
H ₂ O	856	713
NH ₃	0,0030	0,0025
NO		0,0258
NO ₂	0,0281	0,0234
N ₂		10900
N ₂ O	0,0100	0,0323
O ₂		425
SO ₂	1,32	1,60

Équation 1. Coefficients molaires de la réaction de combustion de biomasse.



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