

## RÉDUIRE LA FACTURE ÉNERGÉTIQUE ET L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DU CHAUFFAGE EN SERRES PAR LA VALORISATION DE BIOMASSES ET DE RÉSIDUS AGRICOLES

S. Godbout, J. H. Palacios, P. Brassard, D. Zegan, O. Solomatnikova, J-P. Larouche,  
L. Belzile, A. Patry, S. Elcadhi, P. Seers, E. Le Rouxet, F. Pelletier

**Projet :** IA113109

**Durée :** 03/2014 – 01/2017

### FAITS SAILLANTS

Les résidus générés par les producteurs agricoles peuvent être transformés et utilisés à des fins énergétiques, incluant le chauffage des serres. Les résultats de ce projet ont démontré que la pyrolyse est une technique efficace pour transformer ce type de biomasses sources d'énergie potentielles telles que la biohuile.

Le pyrolyseur conçu par l'équipe de l'IRDA et du CRIQ a été utilisé avec succès afin de produire des huiles pyrolytiques à partir de biomasses variées, telles que le bois (résidu ligneux), le panic érigé (culture énergétique herbacée) et la fraction solide de lisier de porc (biomasse d'origine animale). De même, la pyrolyse de plastique a été effectuée, notamment du polyéthylène à faible densité, démontrant ainsi la possibilité de valoriser les résidus plastiques agricoles et confirmant la polyvalence du procédé. La pyrolyse des résidus organiques s'impose comme une des techniques qui permet de substituer les énergies fossiles par les énergies renouvelables et moins polluantes.

Ces huiles ont le potentiel d'être utilisées comme carburant dans les systèmes de chauffage des serres afin de substituer le mazout n° 2, résultant en des impacts économiques et environnementaux positifs. Toutefois, afin de minimiser les coûts et les travaux d'adaptation du système de chauffage, l'huile pyrolytique peut être mélangée avec du diesel ou du biodiesel (à un ratio de 30 % ou moins d'huile). Dans ce cas, l'ajout d'un surfactant est nécessaire afin de stabiliser l'émulsion. Dans ce projet, une émulsion stable et homogène a été obtenue à partir de 1 % de surfactant, 5 % de méthanol, 30 % d'huile pyrolytique et le reste étant du carburant diesel.

Toutefois, il y a encore plusieurs défis à relever avant d'arriver à une large production et utilisation des huiles pyrolytiques. Premièrement, le procédé spécifique pour améliorer la qualité de l'huile reste à déterminer afin d'atteindre toutes les exigences de qualité en vigueur. Deuxièmement, les paramètres de combustion doivent être optimisés et, par conséquent, les ajustements des systèmes de chauffage des serres seront nécessaires. Néanmoins, l'amélioration de la qualité de l'huile pourrait grandement faciliter ces divers ajustements. Enfin, le prix cible de 0,34 à 0,69 \$/L auquel l'huile pyrolytique devrait être vendue afin de rivaliser avec le mazout n° 2 sera un défi, mais pourrait être atteint lors de la mise en échelle.

### OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Le projet s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche dont l'objectif, à moyen terme, est de mettre à la disposition des producteurs agricoles un procédé de valorisation énergétique de certains résidus produits à la ferme. L'objectif principal est de transformer à

l'aide de pyrolyseur conçu par l'équipe de l'IRDA et du CRIQ des résidus agricoles sous forme des huiles pyrolytiques afin de les utiliser dans les systèmes de chauffage de serres en remplacement du mazout n° 2. Dans un premier temps, les résidus agricoles ayant le plus fort potentiel d'être transformés en biohuile ont été identifiés selon le contexte serricole. Des matériaux organiques ainsi que plastiques ont été analysés. Ensuite, des essais préliminaires ont permis d'identifier les conditions optimales de pyrolyse pour chaque type de résidus. Des essais de combustion ont permis d'évaluer différents mélanges de biohuile et de diesel. Une analyse technico-économique a été réalisée à partir des résultats obtenus. Enfin, une analyse environnementale a permis d'évaluer des voies de valorisation du biocharbon.

## RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet a permis notamment de démontrer la faisabilité de production d'un combustible à haut potentiel d'utilisation dans les entreprises agricoles utilisant le chauffage au mazout n° 2 (serres et autres). En effet, ces entreprises pourraient remplacer le mazout par l'huile pyrolytique (figure 1 et tableau 1). La présente étude a permis de mettre en lumière qu'un tel remplacement consentirait un gain environnemental (scénario exemple au tableau 2) et économique. Le gain environnemental provient de la réduction de la consommation du combustible fossile par un combustible renouvelable amenant une réduction des émissions à gaz à effet de serre. Le gain économique résulte de la possibilité de disposer d'un combustible à moindre coût issu de la valorisation de résidus agricoles de proximité et de la mise en échelle de la production.



**Figure 1** : Échantillon d'huile pyrolytique à haut potentiel énergétique pour le remplacement du mazout n° 2 dans les systèmes de chauffage

Tableau 1 Propriétés de l'huile pyrolytique produite et exigence de la norme ASTM D7544-09

	Teneur en eau	pH	Teneur en solides	Valeur calorifique brute	Viscosité cinématique à 40 °C	Densité à 15 °C
	%	-	%	MJ kg <sup>-1</sup>	mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	g ml <sup>-1</sup>
Moyenne	31,9	2	0,135	13,8	11,9	1,179
Exigence de la norme*	≤ 30	--	≤ 2,5	≥ 15	≤ 125	1,1 – 1,3

Tableau 2 Réduction des émissions de GES avec de l'huile pyrolytique

Mélange		Pouvoir calorifique	Consommation d'huile	Émissions de GES	Réduction
Mazout n° 2	Huile pyrolytique				
%	%	MJ/t	t/année	kg CO <sub>2</sub> e/année	%
<b>Huile pyrolytique à 25 MJ/kg</b>					
0	100	25 000	19,0	18 415	37
70	30	39 000	12,2	27 151	7
100	0	45 000	10,6	29 231	0
<b>Huile pyrolytique à 28 MJ/kg (avec co-pyrolyse de 10 % de plastique)</b>					
0	100	28 000	17,0	16 442	44
70	30	39 900	11,9	26 538	9
100	0	45 000	10,6	29 231	0

Le traitement thermochimique permettant la production de cette huile, nommé pyrolyse, est une technique pouvant être mise en place par l'industrie à différentes échelles et dans différentes régions. Il a été démontré qu'il s'agit d'un traitement polyvalent pour la transformation de différents types de matières organiques (p. ex., des résidus ligneux, de biomasses herbacées et d'origine animale), ainsi que de matières plastiques, facilitant davantage la création d'une nouvelle filière industrielle énergétique. Le potentiel de valorisation des coproduits de la pyrolyse, soit le biocharbon et les gaz non condensés, a aussi été évalué. Cette étude a permis de démontrer qu'il est possible de produire des biocharbons ayant les propriétés désirées pour réduire les émissions de GES du sol et séquestrer du carbone, tout en produisant une biohuile qui peut être utilisée pour substituer les combustibles fossiles. Cependant, la valorisation des gaz par recirculation dans le procédé de pyrolyse n'est pas une voie appropriée pour améliorer la qualité de l'huile. Alors, d'autres voies de valorisation devraient être étudiées.

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER**

La principale application pour l'industrie est au niveau énergétique, notamment pour les entreprises agricoles chauffant actuellement au mazout n° 2. D'un autre côté, il en découle l'opportunité de créer des entreprises en circuit court de traitement et de transformation de matières résiduelles, particulièrement d'origine agricole. D'autre part, une entreprise agricole pourrait acquérir la technologie afin de produire leur propre combustible à partir des résidus produits sur place ou de ceux à proximité. Au cours de la réalisation du présent projet, plusieurs autres applications possibles pour l'industrie ont été relevées pour lesquelles il serait intéressant de faire un suivi. Deux aspects devraient être particulièrement étudiés soit :

- 1) Une filière en production de biocharbons innovants issus de résidus agricoles pourrait se développer parallèlement. Les biocharbons seraient produits, dans ce cas, avec des caractéristiques spécifiques pour une utilisation finale dans le secteur des amendements et de la fertilisation du sol, la séquestration de carbone et d'azote, la réduction des émissions de GES issues des sols, l'absorption et la filtration de polluants. La sélection et le contrôle approprié des paramètres de pyrolyse est une étape clé de ce principe;
- 2) La production d'huile pyrolytique comme biocide : les molécules et les substances biocides actives dans certaines biomasses sont transférées à l'huile lors de la pyrolyse. L'utilisation de l'huile est prometteuse, notamment en agriculture biologique.

## **POINT DE CONTACT**

Nom du responsable du projet : Stéphane Godbout, ing., agr., Ph. D.

Téléphone : 418 643-2380, poste 600

Télécopieur : 418 644-6855

Courriel : [stephane.godbout@irda.qc.ca](mailto:stephane.godbout@irda.qc.ca)

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada. Des remerciements s'adressent également à l'IRDA qui a fourni une contribution importante dans le cadre de cette étude. Les auteurs remercient également les participants du projet et reconnaissent l'appui technique fourni par le personnel de recherche de l'IRDA, du CRIQ, de l'ÉTS, de l'Université McGill et de l'UQTR ainsi que l'appui des fermes « Pleine Terre Inc. », « Houblons des jarrets noirs » et « Arbres Joyeux » et le fabricant d'équipements industriels « EBR Inc. ».