

La production de **biocombustibles**
solides à partir de biomasse résiduelle
ou de cultures énergétiques



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Avertissements

Au moment de sa rédaction, l'information contenue dans ce document était jugée représentative des connaissances sur les bioénergies et son utilisation demeure sous l'entière responsabilité du lecteur. Certains renseignements pouvant avoir évolué de manière significative depuis la rédaction de cet ouvrage, le lecteur est invité à en vérifier l'exactitude avant de les mettre en application.

Cette série de fiches concrétise le projet *Développement d'outils spécifiques aux énergies pour les conseillers agricoles du Québec* réalisé dans le cadre du programme *Initiative d'appui aux conseillers agricoles*, selon les termes de l'entente Canada-Québec sur le Renouveau du Cadre stratégique agricole.



Pour information :

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
2875, boulevard Laurier, 9^e étage
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone : 418 523-5411
Télécopieur : 418 644-5944
Courriel : client@craaq.qc.ca
Site Internet : www.craaq.qc.ca

Publication n° EVC 032

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2008

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Rédaction

Catherine Brodeur, M.Sc., chargée de projets, Groupe AGÉCO, Québec
Jacques Cloutier, ingénieur, ingénieur de projet, BPR Infrastructure inc., Québec
David Crowley, ingénieur junior, chargé de projets, Agrinova, Alma
Xavier Desmeules, agronome, chargé de projets, Agrinova, Alma
Sylvain Pigeon, M.Sc., ingénieur, chargé de projets, BPR Infrastructure inc., Québec
Rosalie-Maude St-Arnaud, B.Sc., Analyse, Groupe AGÉCO, Québec

Révision

Gérard Goyette, M.Sc., conseiller en biotechnologie, MAPAQ, Direction de l'innovation scientifique et technologique, Québec
Daniel-Yves Martin, M.Sc., ingénieur, chercheur, IRDA, Québec
Denis Naud, ingénieur, MAPAQ, Direction de l'environnement et du développement durable, Québec
Richard Wieland, agronome, directeur recherche et développement des affaires, Agrinova, Alma

Coordination

Joanne Lagacé, chargée de projets, CRAAQ, Québec
Lyne Lauzon, biologiste, coordonnatrice aux publications, CRAAQ, Québec

Édition

Chantale Ferland, M.Sc., chargée de projets aux publications, CRAAQ, Québec

Mise en page

Jocelyne Drolet, agente de secrétariat, CRAAQ, Québec

Conception graphique

Chantal Gauthier, agente de secrétariat, CRAAQ, Québec

Photos de la page couverture

Agro Énergie, Saint-Roch-de-l'Achigan
Huguette Martel, MAPAQ

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Remerciements

Francis Allard, ingénieur junior, Agro Énergie inc., producteur de saule, Saint-Roch-de-l'Achigan

Normand Caron, producteur de panic érigé, Ferme Norac, Salaberry-de-Valleyfield

Michel Labrecque, M.Sc., chercheur, Université de Montréal, Institut de recherche en biologie végétale, Montréal

Huguette Martel, agronome, conseillère en grandes cultures et en agroenvironnement, MAPAQ, Direction régionale de l'Estrie, Sherbrooke

Guillaume Pilon, M.Sc., candidat au doctorat, Université de Sherbrooke, Sherbrooke

Donald Smith, Ph.D., Université McGill, Département des sciences végétales, Sainte-Anne-de-Bellevue

Roger Samson, M.Sc., directeur exécutif, REAP–Canada, Sainte-Anne-de-Bellevue

La production de **biocombustibles solides**
à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Les biocombustibles solides.....	1
Le procédé de granulation.....	2
La production de granules au Québec, au Canada et ailleurs.....	4
<i>Les incitatifs gouvernementaux</i>	6
<i>La rentabilité</i>	6
La production de biomasse énergétique agricole.....	7
<i>La culture des plantes herbacées</i>	7
<i>La culture des plantes ligneuses</i>	10
<i>La mise en marché de la récolte</i>	10
<i>La rentabilité de la production de panic érigé</i>	11
<i>Les avantages et inconvénients</i>	12
Les biocombustibles solides : une solution à certains enjeux environnementaux	13
Le facteur économique : toujours au premier plan	14
Références.....	15
Pour en savoir plus.....	16

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Introduction

L'utilisation de biomasse comme source d'énergie thermique fait intimement partie de l'histoire de l'humanité. Ce n'est que depuis l'ère industrielle que la biomasse a été remplacée par des sources d'énergie d'origine fossile (le charbon d'abord, puis le pétrole) pour combler nos besoins en énergie thermique. Aujourd'hui toutefois, avec la diminution de la disponibilité de ces ressources en énergie non renouvelable et la nécessité de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de biomasse fait l'objet d'un regain d'intérêt. La filière des biocombustibles solides connaît ainsi un nouveau développement sous l'impulsion de la demande pour le chauffage dit « durable » et de l'augmentation du prix des sources d'énergie fossiles. Ces biocombustibles solides peuvent être produits à partir de toutes sortes de matières résiduelles ou de cultures dédiées d'origine forestière ou agricole. Cette fiche s'intéresse particulièrement à la production et à l'utilisation de cultures énergétiques agricoles pour la production de granules et vise à fournir de l'information sur les aspects touchant autant la production que la filière industrielle. Elle est destinée aux conseillers agricoles qui doivent appuyer des producteurs agricoles dans des décisions touchant la production ou l'utilisation d'énergie à la ferme.

Les biocombustibles solides

L'énergie des biocombustibles solides provient simplement de la conversion de l'énergie solaire captée par les plantes en énergie utilisable. Les biocombustibles solides prennent le plus souvent la forme de granules, de copeaux, de briquettes ou de bûches. Ils peuvent être produits à partir de différents types de résidus : bois (bran de scie, copeaux, écorce), cultures (pailles de blé, d'avoine ou d'orge) et meuneries (résidus d'émondage du maïs, résidus de soya et d'avoine et remoulage de blé). Ils peuvent également être fabriqués à partir de plantes énergétiques ligneuses (p. ex. : saule à croissance rapide) ou herbacées (p. ex. : panic érigé). Cette biomasse peut être utilisée à l'état brut pour produire de l'énergie (résidus ou plantes énergétiques brûlés directement dans des brûleurs ou des chaudières). Elle peut également être transformée sous forme de granules afin de faciliter son transport et son entreposage et d'obtenir un meilleur pouvoir calorifique (la granulation augmente la densité de la biomasse). Bien qu'il soit possible de produire des granules à partir d'une grande variété de biomasse, seules les granules de bois et de résidus de mouture sont produites à l'échelle commerciale au Canada actuellement. Toutefois, plusieurs centrales thermiques et électriques européennes utilisent des granules de paille pour produire de la chaleur et de l'électricité.

Les biocombustibles produits à partir de la biomasse ligneuse ou herbacée contiennent entre 30 et 50 % de l'énergie contenue dans les combustibles fossiles communément utilisés pour le chauffage (Tableau 1). Parmi les biomasses, les granules de bois présentent la plus grande valeur calorifique (20 GJ/t), suivis par les granules de panic érigé et les différents résidus de culture (de 18 à 19 GJ/t).

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Tableau 1. Comparaison de la valeur énergétique de quelques combustibles

Combustible	Valeur calorifique moyenne (GJ/t)
Énergie fossile	
Gaz naturel	50,0
Huile n° 2 (huile à chauffage)	45,5
Biomasse	
Granules de bois	20,3
Panic érigé récolté à l'automne	18,2 à 18,8
Panic érigé récolté au printemps	19,1
Paille de blé	18,6 à 18,8
Épis de maïs	18,1
Résidus d'avoine	18,1
Remoulage de blé	17,8
Maïs	15,8

Sources : ASHRAE; Samson, 2008

Le procédé de granulation

La granulation de la biomasse permet d'obtenir un biocombustible plus facile à manutentionner et d'une plus grande densité, c'est-à-dire avec un plus grand pouvoir calorifique par unité de volume. Le procédé de granulation consiste globalement en une extrusion dans laquelle la biomasse préalablement broyée est pressée à l'aide de rouleaux sur la paroi intérieure d'une matrice cylindrique perforée (Figures 1 et 2). À la fin de ce procédé, la biomasse est sectionnée à une longueur fixe à l'aide de couteaux. La densité du produit fini varie selon plusieurs paramètres, dont le diamètre et la longueur des perforations, la composition de la matière première (cendres et fibres) et le taux d'humidité du matériel. Le procédé complet (Figure 3) nécessite toutefois des étapes de conditionnement de la biomasse brute et du produit final.

Des essais de granulation de panic érigé ont été menés par le Resource Efficient Agricultural Production (REAP) en collaboration avec l'entreprise Luzernes Belcan qui possédait déjà une expertise dans la granulation de luzerne destinée à l'alimentation animale. Ces essais ont permis de démontrer que pour le panic érigé, des granules de 5 mm de diamètre (3/16 po) et de 40 mm de longueur (1,5 po) donnent de meilleurs résultats puisqu'elles produisent des granules d'une densité de 600 à 700 kg/m³.

De façon générale, les étapes suivantes sont requises pour la fabrication de granules :

- **Séchage**

Le séchage préalable de la biomasse est requis lorsque son taux d'humidité est supérieur à 15 à 20 %. C'est le cas de la biomasse provenant de la production de saules à courte rotation. Dans le cas de la biomasse herbacée telle que le panic érigé, son taux d'humidité est généralement inférieur à 15 % au moment de la récolte, ce qui permet d'éviter cette première étape.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

- **Broyage**

Le broyage de la biomasse est effectué avec des broyeurs à marteaux. La taille visée des particules après le broyage est de l'ordre de 6 mm (1/4 po). La biomasse broyée est tamisée afin de ne laisser passer que les particules suffisamment fines pouvant être granulées.

- **Granulation**

L'extrudeur est alimenté par la biomasse broyée. De l'eau chaude et de la vapeur sont parfois ajoutées lorsque la biomasse est très sèche. Cette humidité facilite l'écoulement du matériel et réduit la puissance requise par l'extrudeur. La biomasse est sectionnée à la sortie de l'extrudeur pour former les granules.

- **Refroidissement**

La pression exercée lors de l'extrusion peut augmenter la température de la biomasse jusqu'à 80 °C. Plus la biomasse résiste à l'écoulement, plus la température augmente. Par conséquent, les granules doivent être refroidies avant d'être entreposées. L'air utilisé pour refroidir les granules doit être filtré avant d'être rejeté dans l'atmosphère. Une fois refroidies, les granules sont prêtes à être utilisées.

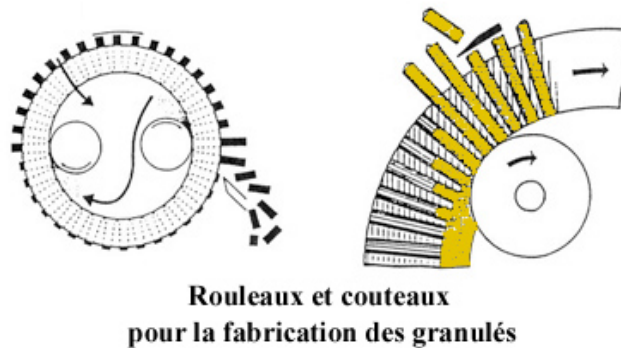


Figure 1. Schéma de fonctionnement d'un extrudeur

Source : Université Laval, FSAA, Compétence 2000



Figure 2. Vue des granules après extrusion et avant sectionnement

Source : Université Laval, FSAA, Compétence 2000

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

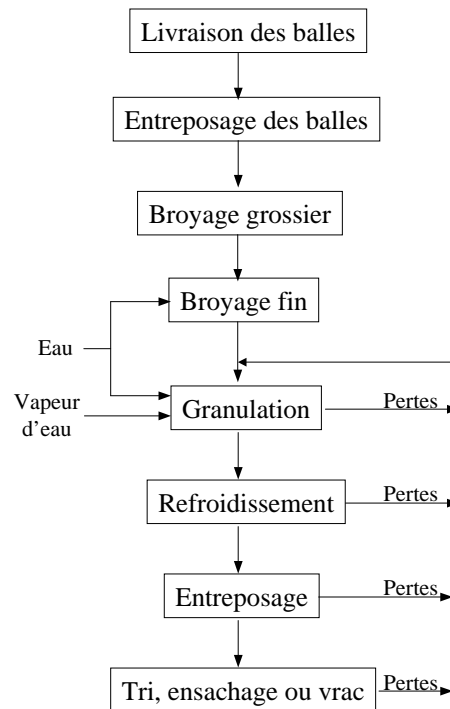


Figure 3. Schéma d'un procédé d'une usine de granulation de panic érigé

Adapté de Jannasch *et al.*, 2001

La production de granules au Québec, au Canada et ailleurs

L'essentiel de la production et de la consommation mondiale de granules se fait en Europe et en Amérique du Nord et est réalisé à partir de résidus de bois. Bien que l'industrie existe depuis le début des années 1980 tant en Europe qu'en Amérique, elle connaît un développement rapide depuis le début des années 2000, conséquence directe de l'augmentation du prix des sources d'énergie. L'Europe comptait, en 2005, 240 usines produisant environ 2 millions de tonnes de granules de bois et consommait près du double de sa production, soit environ 3,6 millions de tonnes. Aux États-Unis, 60 usines de granules produisaient 800 000 tonnes de granules en 2005¹, destinées essentiellement au marché du chauffage résidentiel.

Au Canada, la capacité de production de granules a presque triplé entre 2001 et 2006, passant de 400 000 à plus de 1,1 million de tonnes. En 2006, 23 usines de granulation étaient en opération dont sept situées en Colombie-Britannique, qui est responsable de plus de la moitié de la production canadienne (650 000 tonnes en 2006). En 2006, une douzaine de projets de construction d'usines de granulation étaient par ailleurs en cours d'élaboration dans cette province. Environ 90 % de la production de granules canadienne est destinée au

¹ Swann, J. *Transportation and handling bioenergy*. Wood Pellet Association of Canada, 2nd International BioEnergy Conference and Exhibition 2006. 31 mai 2006.

www.bioenergyconference.org/docs/speakers/2006/Swaan_BioEn06.pdf.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

marché de l'exportation, soit vers les États-Unis (environ 25 %) et vers l'Europe (environ 65 %)². Pour sa part, le Québec compte cinq usines de fabrication de granules dont la plus importante est Energex, qui produit 120 000 tonnes de granules par année destinées aux marchés résidentiel et commercial. La presque totalité de sa production pour le secteur commercial doit être exportée à l'extérieur du Québec parce qu'elle ne trouve pas de débouché sur le marché québécois. Ainsi, bien que le chauffage aux granules commence lentement à pénétrer les marchés résidentiel, commercial, et industriel au Québec et au Canada, les débouchés demeurent principalement à l'extérieur du pays.

En Amérique du Nord, la biomasse utilisée par les usines de granules est composée en très grande partie de résidus de bois et, marginalement, de résidus de meunerie. Or, au Québec comme ailleurs au Canada, la diminution de la disponibilité des résidus de bois fait en sorte que les usines de granulation existantes cherchent à diversifier leurs sources d'approvisionnement en biomasse. Energex, qui produit des granules principalement à partir de résidus forestiers, effectue ainsi différents essais de granulation à partir de fibres agricoles et d'autres matières premières.

À l'heure actuelle, aucune usine de granulation utilisant de la biomasse agricole (cultures énergétiques ou résidus agricoles) à grande échelle pour le marché de l'énergie n'est en opération au Québec. Quelques projets d'usines sont toutefois en discussion. Par exemple, Bio-Combustibles International envisage la construction en 2008 d'une usine de granulation à partir de panic érigé en Montérégie. Cette entreprise fait la promotion de la culture de panic érigé et encourage son implantation sur des terres situées dans un rayon inférieur à 100 km de l'usine, une condition essentielle pour assurer la rentabilité du projet. Ce projet viserait une capacité de production de 45 000 tonnes métriques de granules par année.

Un des principaux freins à l'utilisation de la biomasse d'origine agricole comme biocombustible est la quantité de cendres produites lors de sa combustion et à la formation de scories. Par exemple, la combustion de granules de panic érigé produit beaucoup plus de cendres (entre 3 et 5 %) comparativement aux granules de bois (moins de 1 %). Bien que la récolte du panic érigé au printemps plutôt qu'à l'automne permet de réduire sensiblement ces éléments grâce au lessivage du chlore et du potassium qui se produit pendant la période hivernale, cette réduction se fait au détriment du rendement en biomasse et de la valeur calorifique de la biomasse. La qualité des systèmes de combustion constitue également un frein à l'utilisation de biomasse d'origine agricole. La combustion des biocombustibles fabriqués à partir de plantes herbacées peut entraîner la corrosion prématurée des métaux des systèmes de combustion due à la présence d'une grande quantité de chlore et de potassium. Lorsqu'ils sont chauffés à haute température, le chlore et le potassium tendent à former de la corrosion sur les parois des équipements, ce qui en réduit considérablement le rendement. Aujourd'hui toutefois, ces deux problèmes sont grandement minimisés par les nouveaux systèmes de combustion par étapes qui permettent une combustion plus complète de la biomasse et qui sont conçus pour résister à la corrosion.

² Swann, J. *Transportation and handling bioenergy*. Wood Pellet Association of Canada, 2nd International BioEnergy Conference and Exhibition 2006. 31 mai 2006.
www.bioenergyconference.org/docs/speakers/2006/Swaan_BioEn06.pdf.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Les incitatifs gouvernementaux

Au Canada, aucun incitatif gouvernemental spécifique n'est offert aux producteurs de biocombustibles solides utilisés pour la production de chaleur ni aux utilisateurs de biocombustibles. Les producteurs agricoles voulant participer aux programmes de R et D (essais de culture, de machinerie, etc.) peuvent toutefois bénéficier de crédits d'impôt.

La rentabilité

Le coût de production des granules est variable selon la biomasse utilisée. Les différents types de biomasse entraînent des coûts d'approvisionnement, de séchage et de granulation différents. Par exemple, selon des estimations réalisées par REAP-Canada, les résidus forestiers présenteraient un coût d'approvisionnement presque deux fois moins élevé que les cultures énergétiques (Tableau 2) alors que le coût de granulation serait supérieur. Le panic érigé présente l'avantage de ne pas nécessiter d'étape de séchage, son contenu en matière sèche étant assez élevé pour qu'il soit directement granulé. Le saule présenterait pour sa part les coûts d'approvisionnement et de séchage les plus élevés, mais un coût de granulation inférieur aux granules de bois. Malgré ces différences, les coûts totaux de production de granules à partir de ces différences biomasses semblent relativement comparables si l'on se fie à ces estimations. Les coûts présentés sont des estimations et, tant que le panic érigé et le saule n'auront pas fait l'objet d'une mise à l'épreuve à l'échelle commerciale, les comparaisons avec les coûts de fabrication des granules de bois devront être faites avec prudence.

Tableau 2. Coûts de production estimés pour la fabrication de granules à partir de résidus forestiers, de panic érigé et de saule

Opération	Résidus forestiers (\$/t)	Panic érigé (\$/t)	Saule (\$/t)
Approvisionnement	34	73-90 ³	58 à 85
Séchage	12	0	15
Coût de granulation	59	25 à 40	39 à 50
Mise en sachet	19	19	19
Coût total	124	117 à 149	132 à 170

Source : Roger Samson, REAP-Canada – Opportunities for growing, utilizing and marketing bio-fuel pellets.

Le tableau 3 présente une comparaison des coûts de chauffage par unité énergétique (\$/GJ) pour des combustibles traditionnels et certains biocombustibles. Sur la simple base des coûts, les épis de maïs apparaissent comme la source de combustible la plus intéressante, notamment en raison de leur abondance. Cependant, leur teneur élevée en potassium complique le processus de combustion et le séchage des épis comporte des difficultés. Ces deux éléments font en sorte de diminuer grandement l'intérêt pour cette biomasse. Les différents granules présentent toutes un coût par gigajoule inférieur aux sources traditionnelles d'énergie utilisées à des fins thermiques. Alors que les granules de bois sont

³ MAPAQ. 2007. *Budget foïn de panic érigé en semis pur*. Guy Beaugard, Louis Robert et Pierre Dufort, agronomes. Adapté par Xavier Desmeules, agronome et David Crowley, ingénieur junior, Agrinova.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

les plus couramment utilisées, la concurrence pour les résidus de meunerie est très vive entre l'industrie des granules de combustible et l'industrie de l'alimentation animale. Les granules fabriquées à partir de résidus de meunerie sont tout de même utilisées dans l'industrie serricole pour chauffer les serres, principalement en Ontario. Les granules de panic érigé présentent une perspective intéressante puisqu'elles auraient un coût par unité d'énergie comparable aux autres sources de biomasse. À l'heure actuelle, la culture de panic érigé est peu répandue mis à part quelques producteurs agricoles qui la cultivent principalement à des fins de recherche. Les perspectives de l'industrie des biocombustibles solides s'annoncent toutefois prometteuses puisque, comparativement au mazout et au gaz naturel dont le coût est en augmentation, les coûts du chauffage à base de granules sont très compétitifs.

Tableau 3. Comparaison des coûts de chauffage des combustibles fossiles et de certains biocombustibles

Combustible	Prix de vente* (2006)	Coût (\$/GJ)
Mazout	0,62 \$/l	16,02
Gaz naturel	0,50 \$/m ³	13,43
Grains de maïs	165 \$/t	10,44
Granules de panic érigé	160 \$/t	8,89
Granules de bois ⁴	165 \$/t	8,48
Granules de résidus de meunerie	140 \$/t	7,73
Épis de maïs	80 \$/t	4,44

*Le prix de vente comprend une marge sur le coût de production des biocombustibles.

Source : Samson [non daté].

La production de biomasse énergétique agricole

Alors que les résidus de cultures, de meuneries et de forêts sont essentiellement une valorisation des rejets d'autres productions, les plantes ligneuses (saule et peuplier hybride) et les plantes herbacées (alpiste roseau, miscanthus géant et panic érigé) peuvent être produites essentiellement dans l'objectif de produire de l'énergie. Leur croissance rapide, leur haut rendement en biomasse ainsi que leur grande valeur énergétique sont tous des caractéristiques qui favorisent leur utilisation comme intrants énergétiques.

La culture des plantes herbacées

La production de panic érigé est la culture énergétique qui fait le plus parler d'elle au Québec, autant pour les aspects touchant la conduite de la culture (implantation, entretien, fertilisation, récolte, etc.) que pour les aspects touchant son conditionnement en granules et son apport énergétique. Les recherches réalisées sur le sujet ont principalement été menées par REAP-Canada de Sainte-Anne-de-Bellevue et par les Directions régionales de

⁴ Granules L.G. Communication personnelle. juin 2007.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Chaudière-Appalaches, de l'Estrie et de la Montérégie du MAPAQ. Plus de 200 essais ont été documentés à ce jour au Québec.⁵

Les graminées telles que le panic érigé présentent des caractéristiques intéressantes pour la production de bioénergie en raison de leur rendement moyen à élevé, de leur pérennité, de leur efficacité dans l'utilisation de l'eau et des nutriments et de leur adaptation aux conditions climatiques du Québec et de l'Est du Canada. De plus, ce sont des cultures à usages multiples. En effet, elles peuvent potentiellement servir à produire aussi bien des granules/briquettes de biocombustibles, que de l'éthanol cellulosique, du biogaz, de la litière pour les animaux, ou encore des pâtes à papier. Par leur enracinement profond et la densité de leurs tiges, les graminées pourraient éventuellement servir à la protection des bandes riveraines et à la réhabilitation des terrains contaminés. Le renouvellement de la culture se fait tous les 10 à 15 ans.

Plusieurs activités de recherche appliquée sur la mise en culture du panic érigé (Figure 4) ont été menées par le MAPAQ et par REAP-Canada. Les résultats ont démontré que :

- le panic érigé possède un réseau développé de racines qui lui permet de bien résister à la sécheresse ou à l'excès d'eau;
- le panic érigé est une plante vivace compétitive qui requiert un minimum d'herbicide pour son implantation;
- la récolte du panic érigé est identique à celle des fourrages. Elle s'effectue avec la même machinerie sous forme de balles rondes ou carrées (Figure 5);
- la récolte tardive à l'automne semble la meilleure option afin d'éviter les pertes hivernales de feuilles et de têtes cassées au champ pendant l'hiver;
- laisser les andains au champ pendant l'hiver pour les récolter au printemps permet d'abaisser le taux de cendres dans la plante et de lessiver une partie du potassium et du chlore qui engendrent la corrosion et la formation de scories dans les fournaies;
- le rendement en biomasse du panic érigé varie selon la région, le type de sol, la fertilisation et les variétés, mais il est de l'ordre de 8 à 12 tonnes de matière sèche par hectare par année.

Ces résultats de recherche semblent donc indiquer que cette culture présente un potentiel intéressant pour la production de biocombustibles.

⁵ Martel, H. et M.-H. Perron. 2008. *Compilation des essais de panic érigé réalisés au Québec*. CRAAQ. www.craaq.qc.ca.

La production de **biocombustibles solides**
à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques



Figure 4. Champ de panic érigé

Photo : Xavier Desmeules, Agrinova



Figure 5. Récolte de panic érigé

Photo : Xavier Desmeules, Agrinova

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

La culture des plantes ligneuses

Les cultures ligneuses pérennes (saule et peuplier) se prêtent bien à une combustion directe après broyage et séchage des tiges. Les recherches sur les plantes ligneuses à croissance rapide ont toutefois démontré que le saule détenait le meilleur potentiel énergétique en raison de son aptitude à produire de façon répétitive des rejets de souches après recépage. L'établissement de la culture s'effectue par bouturage des plants à raison de 10 000 à 20 000 plants/ha à l'aide de planteuses mécaniques spécifiques⁶. Les recherches ont également démontré que le sol approprié pour le saule devait présenter « un drainage modéré jusqu'à imparfait, une profondeur minimale de 1 m et un pH entre 5,5 et 7,5 »⁷. L'établissement de la plantation requiert par ailleurs un contrôle mécanique et chimique des mauvaises herbes et une fertilisation minimale.

La récolte est effectuée après chaque cycle de croissance d'une durée de trois ou quatre ans. Cette récolte se fait par tiges entières ou avec broyage. Dans les deux cas, des machines adaptées dérivées de récolteuses de canne à sucre, d'ensileuses ou de presses à balles rondes sont utilisées. Le rendement au Québec serait de l'ordre de 7 à 23 tonnes de matière sèche par hectare par année tout dépendamment des conditions climatiques, des types de sols, de la fertilisation et des clones de saules utilisés⁸. « Les terrains pierreux, très mal drainés, trop acides, avec une texture très lourde ou sableuse sont à éviter. Sur ces types de sol, la culture du saule est possible, mais les rendements sont moindres et les coûts de production plus élevés »⁹. La récolte doit être séchée à l'air libre ou par aération mécanique, à température ambiante ou avec de l'air chaud. Le renouvellement de la culture se fait après 15 à 25 ans de production continue.

Le tableau 4 dresse un sommaire des caractéristiques des principales cultures de plantes ligneuses et herbacées pratiquées au Québec.

La mise en marché

Étant une production naissante, tout reste à faire en matière de mise en marché de la production pour les plantes énergétiques. Les producteurs agricoles qui font le choix de se lancer dans ce type de production doivent donc assumer leur propre mise en marché et ne peuvent compter pour l'instant sur des réseaux organisés ou sur des associations pour les supporter. Le type d'entente qui sera négocié avec un acheteur éventuel revêt donc une importance particulière étant donné les débouchés commerciaux limités pour ces cultures à l'heure actuelle. Depuis l'arrivée de nouveaux promoteurs d'usines de fabrication de granules, les producteurs agricoles sont de plus en plus sollicités. Dans la région où le promoteur Bio-Combustible International compte établir son usine, un prix de 85 \$/t serait offert aux producteurs de panic érigé¹⁰.

⁶ Sirois, G. 2000. *Étude sur la culture d'essences à croissance rapide*. Rapport final. SADC de Charlevoix.

⁷ Labrecque, M. et T.I. Teodorescu. 2004. *La culture intensive de saules en courtes rotations* (CICR). Institut de recherche en biologie végétale. Jardin botanique de Montréal. Document non publié.

⁸ Labrecque, M. et T.I. Teodorescu. 2003. *High biomass yield achieved by Salix clones in SRIC following two 3-year coppice rotations on abandoned farmland in southern Quebec*. Canada, Biomass and Bioenergy 25:135-146.

⁹ Labrecque, M. et T.I. Teodorescu. 2004. *La culture intensive de saules en courtes rotations* (CICR). Institut de recherche en biologie végétale. Jardin botanique de Montréal. Document non publié.

¹⁰ Caron, N. Communication personnelle. 21 février 2008.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Tableau 4. Caractérisation sommaire des cultures énergétiques québécoises

Espèce	Stade de développement	Rendement annuel (t/ha)	Point forts	Points faibles
Plantes herbacées				
Panic érigé	Déjà implanté chez certains producteurs du Québec	8 à 12* (sud-ouest du Québec)	- Fait l'objet de plusieurs recherches - Productif pendant plus de 10 ans - Exige peu de fertilisants	- Implantation lente et difficile - Rendement plus faible en région froide (UTM faible)
Miscanthus géant	Essais en cours dans le Bas-Saint-Laurent	10 à 20** (France)	- Hauteur jusqu'à 4 m - Productif de 5 à 18 ans	- Implantation par rhizomes : coût très élevé - Sensibilité au froid le 1 ^{er} hiver
Alpiste roseau	Essais réalisés avec le MAPAQ	3,9 à 7,9*** (Estrie, récolte au mois d'août)	- Hauteur jusqu'à 1,9 m - Très résistant à la sécheresse - Bonne tolérance en sol mal drainé - Facilité d'implantation - Bonne croissance en région froide	- Taux de cendres plus élevé (2 à 6,5 % en Estrie)***
Plantes ligneuses				
Saule	Déjà implanté chez certains producteurs du Québec	7 à 23****	- Hauteur de 4 à 6 m - Arbre à croissance rapide - Haute qualité de combustion - Productif de 20 à 25 ans	- Récolte aux 3 ou 4 ans - Besoin en machinerie adaptée pour la récolte - Implantation avec boutures

Sources : *Samson, 2007; **Garnier, novembre 2006; ***Martel, novembre 2007 et février 2008; ****Labrecque, 2002.

La rentabilité de la production

En considérant un rendement de 10 t/ha/an sur base sèche, le coût de production du panic érigé livré à l'usine de granulation serait d'au moins 46 \$/t¹¹. Ce chiffre pourrait toutefois atteindre 68 \$/t selon le rendement et la méthode de récolte¹². Pour rentabiliser cette

¹¹ MAPAQ. 2007. *Budget foin de panic érigé en semis pur*. Guy Beauregard, Louis Robert et Pierre Dufort, agronomes. Adapté par Xavier Desmeules, agronome et David Crowley, ingénieur junior, Agrinova.

¹² Samson, R. [non daté]. *Opportunities for growing, utilizing and marketing bio-fuel pellets*. REAP-Canada. www.reap-canada.com/library.htm. Page 12.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

production, le producteur devrait obtenir un prix variant entre 73 et 90 \$/t¹³ livré à l'usine. À l'heure actuelle toutefois, le marché de la litière offrirait un meilleur prix que celui des biocombustibles, soit jusqu'à 150 \$/t¹⁴. La distance séparant la ferme du lieu de livraison revêt une grande importance pour limiter les frais de transport. La répartition des coûts de production sur 10 ans dans les différents postes budgétaires varie selon les sources. Cette répartition est présentée au tableau 5.

Tableau 5. Répartition des coûts de production du panic érigé sur 10 ans

Poste budgétaire	MAPAQ¹⁵ (%)	REAP-Canada (%)
Établissement	13	3
Fertilisation	30	16
Récolte et transport	31	46
Main d'œuvre	11	5
Autres (location des terres, taxes foncières, divers)	16	30

Sources : MAPAQ et REAP-Canada

Les avantages et inconvénients

La culture des plantes énergétiques exige peu d'entretien si on les compare aux productions maraîchères ou aux grandes cultures (ensemencement aux 10-15 ans, pas de labourage, etc.). Elle permet en outre de valoriser certaines terres marginales. La culture de panic érigé présente des perspectives de débouchés dans de nombreux secteurs (éthanol cellulosique, litière, isolation des maisons, etc.) pour lesquels on prévoit d'intéressantes perspectives de croissance. Si toutefois ces perspectives ne s'avéraient pas concluantes, le retour à des cultures céréalières serait toujours possible pour un producteur puisque ces plantes ne sont pas persistantes, et cela, même pour les plantes ligneuses. Par ailleurs, la plantation de certaines cultures énergétiques peut exiger l'utilisation d'équipements spécialisés. Par exemple, sur de petites superficies, les boutures de saule peuvent être plantées à la main. Toutefois, sur de grandes superficies, la plantation doit être mécanisée et la machinerie agricole doit être adaptée en conséquence (dans le cas des machineries disponibles au Canada) ou importée d'Europe. Le prix des semences et des boutures est par ailleurs élevé.

La disponibilité de l'expertise et de l'information pour guider les producteurs dans ces nouvelles pratiques représente sans aucun doute un enjeu pour le développement des cultures énergétiques, ce qui est normal puisqu'il s'agit de productions naissantes.

¹³ MAPAQ. 2007. *Budget foin de panic érigé en semis pur*. Guy Beauregard, Louis Robert et Pierre Dufort, agronomes. Adapté par Xavier Desmeules, agronome et David Crowley, ingénieur junior, Agrinova.

¹⁴ Caron, N. Communication personnelle. 21 février 2008.

¹⁵ MAPAQ. 2007. *Budget foin de panic érigé en semis pur*. Guy Beauregard, Louis Robert et Pierre Dufort, agronomes. Adapté par Xavier Desmeules, agronome et David Crowley, ingénieur junior, Agrinova, non publié.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Des recherches sont toujours en cours pour évaluer le potentiel de ces productions dans le contexte québécois.

Le marché des plantes énergétiques est encore très peu développé au Québec. Parvenir à vendre sa production à un prix qui assure une certaine rentabilité s'avère donc une entreprise risquée, malgré les nombreux marchés potentiels qui semblent s'annoncer (chauffage, fabrication de litière, isolation des maisons, etc.). La longue période d'implantation des cultures énergétiques (2 à 3 ans sont nécessaires avant d'être en mesure de récolter) vient ajouter au risque lié à ce choix de production. De plus, contrairement à la plupart des grandes cultures dont notamment le maïs destiné à la production d'éthanol, cette culture n'est pas couverte par le Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA).

Les biocombustibles solides : une solution à certains enjeux environnementaux?

Sur le plan environnemental, le chauffage à partir de biocombustibles solides a un bilan énergétique fort positif. Par exemple, à partir d'une unité d'énergie fossile, le panic érigé pourrait produire jusqu'à 14 unités d'énergie thermique¹⁶. En assumant que le CO₂ émis lors de la combustion est absorbé par les plantes durant leur croissance, le chauffage à partir de biocombustibles solides permettrait une réduction des émissions de GES allant jusqu'à 90 % par rapport à un chauffage à partir de combustibles fossiles¹⁷. Les équipements de chauffage doivent toutefois être bien adaptés au type de biomasse utilisé afin d'éviter les émissions de particules fines qui contribuent à la formation de smog.

La culture des plantes énergétiques permet aussi de protéger le sol et les bandes riveraines contre l'érosion. Les cultures vivaces ne laissent les sols à nu que quelques mois entre chaque période de renouvellement de la culture, soit à tous les 10 à 20 ans. De plus, puisque ces cultures ne requièrent que très peu de fertilisants, elles réduisent les risques de ruissellement ou de lessivage des éléments nutritifs vers les eaux de surface ou les eaux souterraines et sont donc un excellent moyen pour nettoyer et réhabiliter les terres endommagées. Ces plantes sont également très compétitives et ne requièrent des pesticides (majoritairement des herbicides) que durant les deux premières années suivant l'établissement de la culture. Le saule et le panic érigé ne sont pas reconnus pour être des plantes invasives et ne présentent donc pas risque de contamination pour les champs avoisinants.

Néanmoins, tout comme pour la production de maïs destiné à la production d'éthanol, si ces cultures énergétiques ne sont pas réalisées sur des terres marginales, elles risquent de faire compétition aux cultures destinées à la production de denrées alimentaires pour ce qui est de l'utilisation des terres.

¹⁶ Samson, op. cit., page 30.

¹⁷ Samson, op. cit., page 26.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Le facteur économique : toujours au premier plan

Malgré les récentes innovations dans le domaine des systèmes de biomasse et l'augmentation importante de la capacité de production de granules au Canada, le marché domestique des biocombustibles demeure peu développé. Le faible coût de l'électricité au Canada, combiné à la méconnaissance de cette source de combustible et aux difficultés liées à la manutention des granules et à la formation des scories qu'elles produisent, explique la faible demande pour ce type de combustibles. Aussi, peu d'institutions, d'industries et de résidences au Québec et au Canada possèdent l'équipement nécessaire à ce mode de chauffage.

La filière des biocombustibles solides présente tout de même de belles perspectives, notamment pour le chauffage de bâtiments agricoles tels que les serres et pour l'approvisionnement de centrales électriques en Europe¹⁸. L'exportation de granules vers l'Europe entraîne cependant d'importants coûts de transport qui réduisent considérablement la marge de profitabilité des entreprises. Dans ce contexte, la filière canadienne cherche à promouvoir ce type de chauffage en Amérique du Nord afin de développer la demande intérieure. À l'heure actuelle, les marchés alternatifs tels que la fabrication de litière, l'isolation des maisons, etc., présentent de meilleures opportunités pour les producteurs de cultures énergétiques. Cette situation risque toutefois de se modifier puisque les nombreuses recherches en cours permettront de mieux connaître ces cultures et d'améliorer leur productivité et leur qualité à titre de biocombustibles.

Plusieurs intervenants revendiquent la mise en place d'incitatifs gouvernementaux pour favoriser le développement du marché des biocombustibles solides et la mise en place de structures de commercialisation et de distribution. Selon eux, ces incitatifs sont essentiels pour assurer l'essor des usines de granulation, mais aussi celui des fabricants de fournaies, de chaudières et de poêles performants ainsi que de la production de cultures énergétiques. L'expérience des dernières décennies tend en effet à démontrer qu'en matière de développement de sources d'énergie alternatives, les politiques gouvernementales ont joué un rôle majeur tant en Amérique du Nord qu'en Europe.

¹⁸ Swaan, J. et S. Melin. *Foreign affairs and international trade: A generation of energy from wood pellets*. Wood Pellet Association of Canada. 13 décembre 2007. www.pellet.org. Page 9.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

Références

- Energex. www.energex.com/energex_info_fr04.htm .
- Garnier, O. 2006. *Le Miscanthus, agroressource d'avenir*. CRCI/ARIST. Champagne-Ardenne. Novembre. Fiche n° 19. 2 p.
- Gosselin, G. 2004. *L'utilisation de poêles à granules de bois pour le chauffage domestique afin de diminuer la pointe électrique de chauffage en hiver au Québec*. Mémoire technique.
Avril. www.regie-energie.qc.ca/audiences/3526-04/MemoiresParticip3526/Memoire_GranulesCombustibleEnergex_21avr04.pdf .
- Gouvernement du Canada. écoAgriculture. www.ecoaction.gc.ca/ecoagriculture/index-fra.cfm .
- Jannasch, R., Y. Quan et R. Samson. 2001. *A process and energy analysis of pelletizing switchgrass*. Final Report. Natural Resources Canada. Alternative Energy Division.
- Labrecque, M. et T.I. Teodorescu. 2003. *High biomass yield achieved by Salix clones in SRIC following two 3-year coppice rotations on abandoned farmland in southern Quebec, Canada*. Biomass and Bioenergy 25: 135-146.
- Labrecque, M. et T.I. Teodorescu. 2004. *La culture intensive de saules en courtes rotations (CICR)*. Institut de recherche en biologie végétale. Jardin botanique de Montréal. Document non publié.
- Larivière, T. 2006. *30 barils de pétrole à l'hectare*. La Terre de chez nous. 23 novembre.
- Girouard, P., J.C. Henning et R. Samson. 1995. *Economic assessment of short-rotation forestry and switchgrass plantations for energy production in central Canada*. REAP-Canada.
- MAPAQ. 2007. *Budget foin de panic érigé en semis pur*. Guy Beaugerard, Louis Robert et Pierre Dufort, agronomes.
- Martel, H. et M.-H. Perron. 2008. *Compilation des essais de panic érigé réalisés au Québec*. CRAAQ. www.craaq.qc.ca .
- Mongeau, R. 2007. *Panic érigé : Portrait du potentiel de production en Montérégie*. MAPAQ. Présentation PowerPoint. www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/33AA1E43-1FDB-4629-817D-7D47533563E8/14036/09h30PanicerigeportraitdupotentielReneMongeau.pdf .
- Ressources naturelles Canada. 2007. *Acquérir un appareil de chauffage au bois à haute efficacité*. Réseau canadien des énergies renouvelables.
www.canren.gc.ca/prod_serv/index_f.asp?CaId=126&PgId=721#Produits .
- Samson, R. 2007. *La bioénergie : opportunités croissantes pour le secteur agricole*. REAP-Canada. Présentation PowerPoint. Novembre. Non publié.

La production de **biocombustibles solides** à partir de biomasse résiduelle ou de cultures énergétiques

- Samson, R. 2006. *Biomass energy alternatives from energy crop farming in Canada*. REAP-Canada. Présentation PowerPoint. www.reap-canada.com/library.htm .
- Samson, R. [non daté]. *Sources d'énergie de biomasse pour le chauffage en serriculture*. REAP-Canada. Présentation PowerPoint. www.agrireseau.qc.ca/horticulture-serre/documents/HullCQVBBioenergie_samson.pdf .
- Samson, R., P. Duxbury et L. Mulkins. 2000. *Assessment of pelletized biofuels*. REAP-Canada. www.reap-canada.com/library.htm .
- Samson, R., P. Duxbury et L. Mulkins. 2000. *Research and development of fibre crops in cool season regions of Canada*. REAP-Canada. www.reap-canada.com/library.htm .
- Samson, R., S.B. Stamler, J. Dooper, S. Mulder, T. Ingram, K. Clark et C. Ho Lem. 2008. *Analysing Ontario biofuel options: Greenhouse gas mitigation efficiency and costs*. Rapport final. Biocap Foundation. www.reap-canada.com/library.htm .
- Sirois, G. 2000. *Étude sur la culture d'essences à croissance rapide*. Rapport final. SADC de Charlevoix. <http://charlevoix.qc.ca/sadc/pdf/complet.PDF> .
- Swaan, J. 2006. *Transportation and handling bioenergy*. Wood Pellet Association of Canada. 2nd International BioEnergy Conference and Exhibition 2006. 31 mai 2006. www.bioenergyconference.org/docs/speakers/2006/Swaan_BioEn06.pdf .

Pour en savoir plus

- OMAFRA. 2007. *Les possibilités liées aux énergies vertes : Petit guide à l'intention des agriculteurs, des entreprises de transformation de produits alimentaires et des collectivités rurales de l'Ontario*. Mars. www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/greenergy.htm .
- REAP-Canada. www.reap-canada.com/index.htm .
- Samson, R. 2007. *Switchgrass production in Ontario: A management guide*. REAP-Canada. www.reap-canada.com/library.htm . 4 p.
- Samson, R. [non daté]. *Opportunities for growing, utilizing and marketing bio-fuel pellets*. REAP-Canada. www.reap-canada.com/library.htm . 32 p.
- Swaan, J. et S. Melin. 2007. *Foreign affairs and international trade: A generation of energy from wood pellets*. Wood Pellet Association of Canada. www.pellet.org. 27 p.