



Bureau de l'efficacité et de l'innovation
énergétiques

COMBUSTION DE BIOMASSE

FICHE DÉTAILLÉE

Cette fiche détaillée fait partie d'une série de 16 fiches présentant des mesures et pratiques en efficacité énergétique applicables au secteur agricole.

Le contenu de cette fiche détaillée est tiré intégralement du document intitulé *Étude de faisabilité technico-économique pour la mise en place d'une ferme modèle écoénergétique au Saguenay–Lac-Saint-Jean, Rapport final*. Cette étude résulte d'un projet réalisé par le Collège d'Alma.

ANALYSE ET RÉDACTION

Sylvain Pigeon, ing., M. Sc., BPR Infrastructure inc.
Charles Fortier, ing., agr., BPR Infrastructure inc.
François Coderre, ing. jr., BPR Infrastructure inc.
Jean-Yves Drolet, agr., M. Sc., BPR Infrastructure inc.

COLLABORATEURS

Diane Gilbert, agroéconomiste, Groupe Ageco
Simon Dostie, analyste, Groupe Ageco
David Crowley, ing., Agrinova, centre collégial de transfert technologique (CCTT) du Collège d'Alma

COMITÉ DE SUIVI

Agrinova, CCTT du Collège d'Alma
Direction générale du Collège d'Alma
Ferme Métro
Ferme Gagné
Agence de l'efficacité énergétique

Cette étude a été réalisée en 2009 et 2010 grâce au soutien financier de l'Agence de l'efficacité énergétique, de la Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Ville d'Alma, du Collège d'Alma et de la Coop fédérée.

Au moment de sa rédaction, le contenu de l'étude reflétait au mieux les connaissances des différents rédacteurs et collaborateurs. Certaines conditions peuvent avoir évolué et ne plus correspondre à la situation actuelle. La mise en application des mesures et pratiques énoncées et la rentabilité qui en résultera demeurent sous l'entière responsabilité du lecteur.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES

Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques
5700, 4^e avenue Ouest, B 406
Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : 418 627-6379 ou 1 877 727-6655
Télécopieur : 418 643-5828
Site Internet : <http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/>
Courriel : efficaciteenergetique@mrn.gouv.qc.ca

Photos : Éric Labonté et Marc Lajoie, MAPAQ

Décembre 2012
© Gouvernement du Québec

Le recours à la combustion de biomasse à la ferme vise à remplacer l'utilisation de combustibles fossiles traditionnels (huile à chauffage, propane, gaz naturel, mazout lourd) par celle de biocombustibles (bois en longueur, résidus forestiers et biomasses densifiées tels que bûches, granules de biomasse ligneuse ou herbacée).

1 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Dans le contexte de l'étude de faisabilité, la combustion de biomasse est destinée à répondre essentiellement aux besoins thermiques de la ferme et non pour faire de la cogénération ou pour alimenter un réseau de chaleur (municipalité, institution ou autres). À cette fin, deux systèmes de combustion sont généralement utilisés, soit le générateur d'air chaud (fournaise) et la chaudière. Ces équipements sont déjà répandus mais sont alimentés généralement par des brûleurs à l'huile, au gaz naturel ou, plus rarement, au propane. Le générateur chauffe l'air qui est distribué directement par l'entremise d'un réseau de conduites dans les espaces à chauffer alors que la chaudière chauffe d'abord un fluide caloporteur (eau, mélange eau-glycol, huile) (figures 5-6 et 57) qui sera transporté par des canalisations vers ces espaces, la chaleur y étant relâchée au moyen de radiateurs.

Différents types de chambre combustion sont disponibles, chacun remplissant des besoins particuliers (tableau 4-10). Ainsi, pour des applications en agriculture où des puissances inférieures à 250 kW de chauffage sont généralement requises, la chaudière à grilles planes est la mieux adaptée. Son efficacité se révèle plus élevée lorsqu'elle est alimentée avec un biocombustible sec (de 10 % à 25 %) et de granulométrie plutôt fine. Toutefois, compte tenu de la grande disponibilité de bois en longueur, notamment chez les producteurs agricoles et forestiers, plusieurs fabricants de fournaises et de chaudières proposent des modèles qui peuvent être alimentés de bûches entières d'une longueur allant jusqu'à 1,22 m (« *pitoune* » de 4 pieds). L'alimentation de la chambre de combustion est alors faite de façon ponctuelle à l'aide d'un chargeur frontal. Les fournaises et chaudières à granules sont dotées d'une vis électrique qui alimente de façon continue la chambre de combustion et peuvent être munies d'un système d'allumage automatique, généralement un brûleur au propane. Un silo à biomasse peut également être installé pour permettre une autonomie plus importante de plusieurs jours. Les résidus agricoles et ligneux en granules sont de plus en plus appréciés, car ils sont faciles à manipuler et présentent une densité intéressante pour leur commercialisation et leur qualité de flamme.

Tableau 4-10
Type d'installation de combustion (Laflamme, 2010)

Type d'installation	Puissance	Combustibles
Chaudière à grilles planes	15 kW à 800 kW	Humidité de 10 % à 25 % Granulométrie : 3 cm grand côté
Chaudière à grilles mobile	120 kW à 25 MW	Humidité de 25 % à 50 % Granulométrie : 10 cm à 30 cm
Chaudière à grilles rotatives	2 MW à 25 MW	Humidité de 40 % à 65 % Écorces, bois très humide
Chaudière à lit fluidisé	20 MW à 600 MW	Humidité: jusqu'à 65 % Granulométrie fine

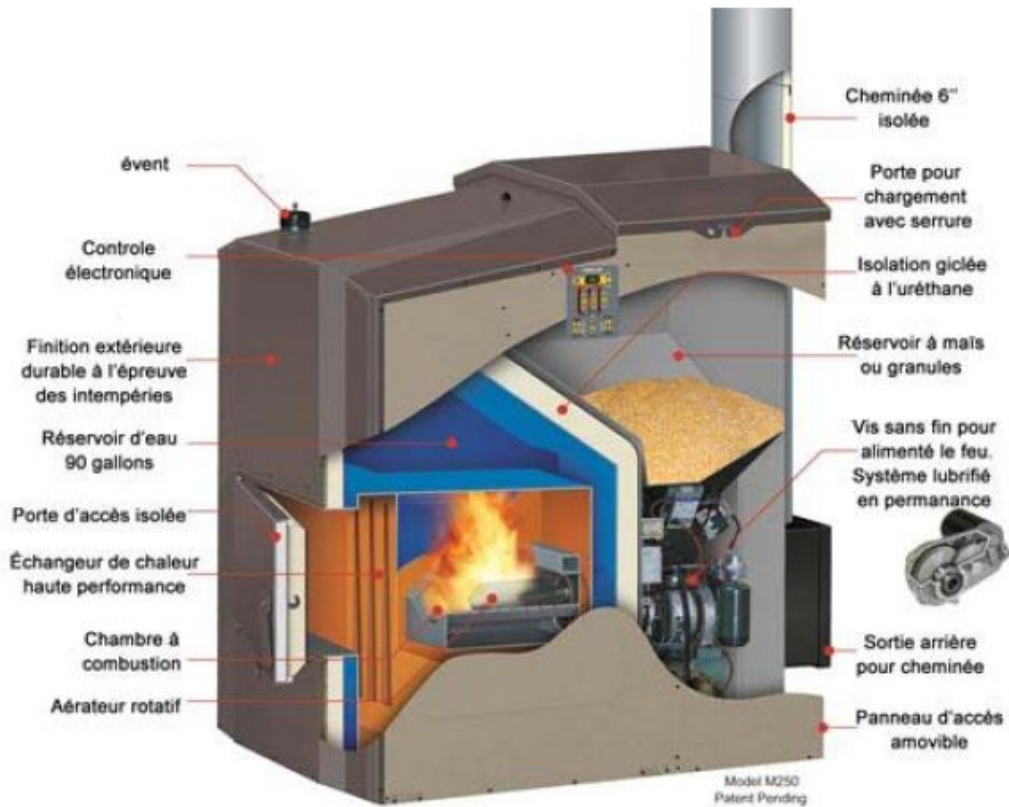


Figure 4-6
Chaudière à grille plane alimentée par des granules ou du maïs (Groupe Malenfant, 2010)

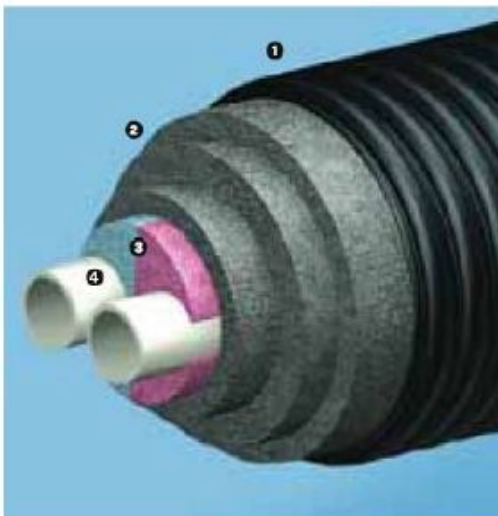


Figure 4-7
Coupe d'une canalisation isolée pour le transport du caloporteur (Soudure Bernard Brisson, 2010)

2 DOMAINE D'APPLICATION

Le recours à une installation de combustion de biomasse sur une ferme exige que la production de la chaleur requise pour la ferme soit produite à un seul endroit et que la chaleur soit distribuée à partir de ce point. Cette façon de faire est encore plutôt rare en production animale. En effet, la chaleur est le plus souvent produite localement dans les salles d'élevage soit par des unités au propane ou électriques ou encore des lampes à infrarouge. La conversion d'un bâtiment d'élevage pour recevoir une telle unité de chauffage doit donc prendre en considération l'installation d'un réseau plus ou moins complexe de canalisations pour un liquide caloporteur ou de conduites de ventilation (figure 4-8). Il existe toutefois des cas où le chauffage est plus centralisé, notamment pour les planchers chauffants ou les corridors de préchauffage. L'intégration d'une telle unité de chauffage à la biomasse y est donc facilitée.

Par ailleurs, les serriculteurs ont de grands besoins de chauffage sur de longues périodes et disposent souvent d'une unité centrale de production thermique. Aussi, une telle unité est facilement intégrée au complexe de serres (figure 4-8). Si l'unité est installée à l'extérieur de la serre, le transport de l'énergie se fait préférentiellement par fluide caloporteur (chaudière). Si l'unité est installée directement à l'intérieur du complexe, le recours à une fournaise peut représenter le meilleur choix.

La combustion de biomasse a également fait son apparition dans les érablières depuis 2008 lorsqu'un premier fabricant a commercialisé un nouveau modèle d'évaporateur fonctionnant au granule de bois. Cette initiative a été prise à la suite d'une augmentation subite du coût de l'huile à chauffage (Beauchamp, 2009).

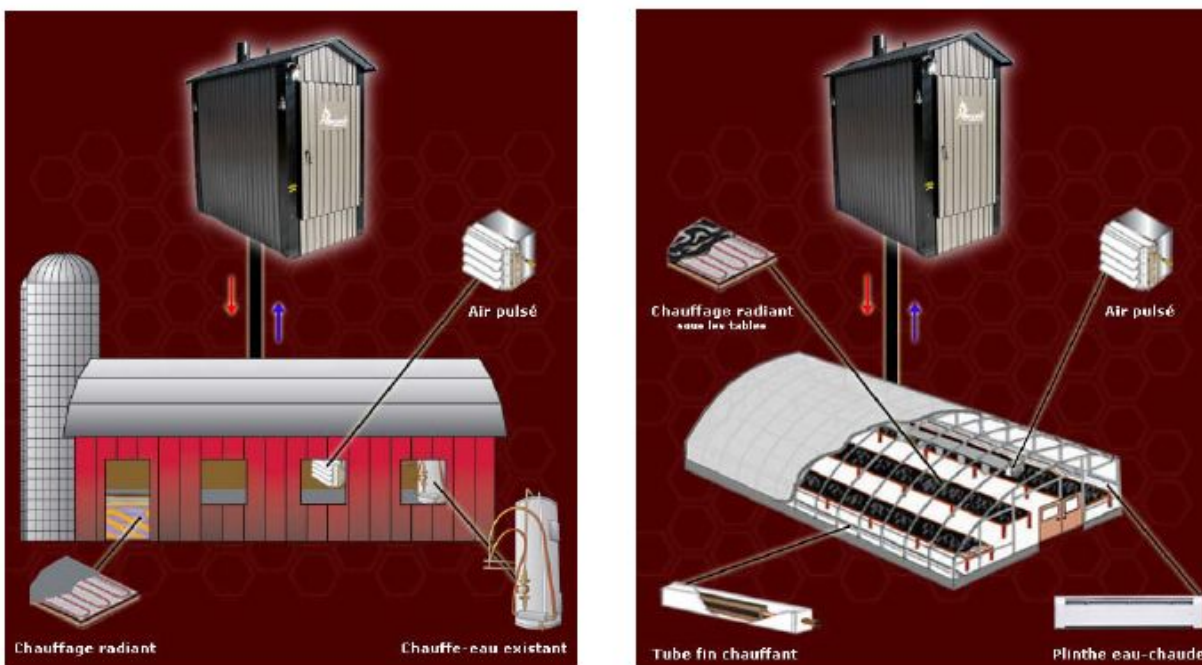


Figure 4-8

Schéma d'installation d'une chaudière pour un bâtiment d'élevage et pour une serre (Sequoia, 2010).

Lors de l'implantation d'une unité de chauffage centralisée (à la biomasse, entre autres), il peut être intéressant de regrouper les besoins thermiques de tous les bâtiments (incluant la résidence) et équipements de la ferme (par exemple : séchoir à grains) et d'en faire une analyse temporelle. Cette analyse pourrait permettre d'installer un système de chauffage dont la puissance nominale serait inférieure à la somme des puissances déjà installées. En effet, il se pourrait que les besoins de chauffage de chacun des bâtiments et des équipements ne s'expriment pas tous au même moment de l'année, ce qui pourrait être le cas du séchage des grains et fourrages et du chauffage des bâtiments.

3 POTENTIEL D'ÉCONOMIE ET/OU DE PRODUCTION D'ÉNERGIE

Le potentiel d'économie à réaliser est fonction des besoins thermiques de la ferme et des prix de l'énergie fournie par la biomasse et du combustible fossile auquel cette biomasse se substitue. Par exemple, le tableau 4-11 indique le potentiel d'économie que le remplacement du propane par des granules au bois représenterait pour une ferme de volailles de taille moyenne au Québec selon différents prix du biocombustible et du propane. La consommation annuelle de propane de cette ferme a été estimée à 56 516 litres (tableau 3-4). Sachant qu'une tonne de granules de bois est l'équivalent énergétique de 661 litres de propane (tableau 4-8), la consommation estimée de granules serait de 85,5 tonnes par année. Ainsi, pour des prix de 0,60 \$/L et 200 \$/t respectivement pour le propane et le granule de bois, une économie de 16 803 \$ serait à prévoir sur un coût estimé à 33 910 \$ de propane, soit 50 %.

Des économies plus substantielles peuvent être obtenues si la chaudière est alimentée avec du bois en longueur. Dans ce cas, le coût par tonne de biomasse est inférieur à celui des granules, soit moins de 100 \$/t. Toutefois, l'alimentation avec ce type de biomasse n'est pas automatisée et se fait en discontinu à un rythme de deux fois par jour. Cela exige donc une présence plus constante sur le site et un besoin de main-d'oeuvre supplémentaire (de 20 à 30 minutes par jour).

Tableau 4-11
Économie procurée par le chauffage à la biomasse en remplacement du propane
pour une ferme de volailles de taille moyenne au Québec

Prix des granules de bois (\$/t)	Prix du propane (\$/L)							
	0,5		0,6		0,7		0,8	
150	15 428 \$	55%	21 080 \$	62%	26 732 \$	68%	32 383 \$	72%
200	11 152 \$	39%	16 803 \$	50%	22 455 \$	57%	28 107 \$	62%
250	6 875 \$	24%	12 527 \$	37%	18 178 \$	46%	23 830 \$	53%

Note : une tonne de granule est l'équivalent énergétique de 661 litres de propane.

4 DISPONIBILITÉ DE LA TECHNIQUE

Les équipements de combustion de biomasse de toutes sortes sont largement disponibles au Québec. Le tableau 4-12 donne, à titre indicatif, quelques fabricants et/ou distributeurs de ces équipements. Il est à noter que les évaporateurs à granules pour érablière ne sont disponibles au Québec que depuis le printemps 2008 (CDL, 2010).

Entreprise	Produits	Coordonnées
Agrisource 2070, Joseph St-Cyr Drummondville (Québec) J2C HV6	Chaudière polycombustibles granulaires, capacité de 150 000 et 600 000 BTU/h	Téléphone: 819-850-2424 Télécopieur : 819-474-5013 Courriel : Site : www.agrisource.net
Les Équipements d'érablière CDL Inc. 257, route 279 St-Lazare-de-Bellechasse, Qc G0R 3J0	Évaporateur aux granules	Tél: (418) 883-5158 Fax: (418) 883-4159 Courriel : equicdl@globetrotter.net Site : www.cdl-dallaire.com

5 ESTIMATION DE LA RENTABILITÉ

Une estimation de la rentabilité a été effectuée sur la ferme de volailles de taille moyenne du Québec (tableau 3-4). Une installation complète avec une chaudière à biomasse (bois en longueur ou en granules) d'une puissance totale de 250 kW qui assurerait la totalité du chauffage des bâtiments nécessiterait des investissements de l'ordre de 60 000 \$, incluant la chaudière, les canalisations, les tubes radiants, le caloporteur et la mise en place. Les besoins annuels en chauffage étant estimés à 56 516 litres de propane (tableau 3-4), une quantité de 86 tonnes de bois dur ou de granules de bois dur (tableau 48) sera requise pour assurer la même production de chaleur. Le tableau 4-13 présente la période de retour simple sur l'investissement pour l'installation de cette chaudière. Ce tableau considère que ces équipements remplacent des équipements déjà existants et donc qu'aucune réduction des coûts d'investissement pour le bâtiment n'a été comptabilisée.

L'estimation de la rentabilité de ce type d'énergie a été calculée en tenant compte de la disponibilité d'une subvention par l'entremise du volet 12 du Programme Prime-Vert¹ du MAPAQ (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Remplacement de sources d'énergie et valorisation énergétique de la biomasse). L'aide financière couvrirait 30 % des coûts admissibles jusqu'à concurrence de 50 000 \$.

5.1 Sensibilité au coût de l'énergie (électricité et/ou hydrocarbures)

Le tableau 4-13 indique que, quel que soit le scénario sur les prix de la biomasse et du propane, le retour sur l'investissement est très rapide, sauf pour le cas extrême d'un prix de 250 \$/t de biomasse et de 0,50 \$/l de propane. Il est à noter que le coût actuel de la biomasse, pour du bois dur en longueur de 4 pieds, est de l'ordre de 1 800 \$ pour une remorque contenant environ 35 t, soit de 50 à 55 \$/t. Par conséquent, la rentabilité de ce type de chaudière alimentée avec du bois en longueur est assurée. Dans le cas d'une alimentation avec des granules, la période de retour est plus longue mais demeure relativement courte, surtout si l'on considère les prix actuels des combustibles soit de 200 \$/t de granules et de 0,60 \$/l pour le propane.

¹ Ce volet n'est plus offert par le MAPAQ.

Tableau 4-13
Période de retour simple sur l'investissement pour l'installation
d'une chaudière à biomasse en fonction des prix de la biomasse e du propane.

Prix de la biomasse (\$/t)	Prix du propane (\$/L)			
	0,50	0,60	0,70	0,80
75	2,7	2,2	1,8	1,5
100	3,0	2,4	1,9	1,6
125	3,4	2,6	2,1	1,7
150	3,9	2,8	2,2	1,8
200	5,4	3,6	2,7	2,1
250	8,7	4,8	3,3	2,5

5.2 Type d'élevage et taille de la ferme

Les élevages qui peuvent profiter de ce type de chauffage sont particulièrement ceux qui ont des besoins importants de chauffage (poulailler pour volailles, maternité et pouponnière porcine, élevage de veau). En effet, les investissements requis pour un tel système sont plus élevés que pour les systèmes au propane, par exemple. Ces investissements plus importants doivent être compensés par des économies dans les coûts de fonctionnement.

Il faut également souligner que les entreprises serricoles sont particulièrement intéressées par ce type de chauffage, compte tenu de leurs besoins thermiques très élevés, en particulier pour les serres qui sont en fonction toute l'année.

5.3 Bâtiment neuf ou bâtiment existant

Bien qu'il soit plus intéressant d'installer un système de chauffage à la biomasse pour de nouveaux bâtiments, le tableau 4-13 démontre qu'il y a un avantage économique à y recourir dans presque toutes les situations. Son installation dans des bâtiments existants peut nécessiter des modifications plus importantes si le système en place est un chauffage de type localisé (par exemple, éleveuse au propane dans un poulailler ou une porcherie, aérotherme, etc.). En effet, ce choix nécessite l'installation de conduites pour le fluide caloporteur de même que le recours à des radiateurs pour disperser cette chaleur dans les salles. Ce type d'installation n'est généralement pas d'usage dans les bâtiments d'élevage.

6 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Les principaux avantages que présente la combustion de biomasse sont les suivants :

- La biomasse est une source de combustible relativement peu coûteuse et généralement disponible partout en territoire agricole;
- Elle réduit la dépendance à l'égard des combustibles fossiles;
- Elle favorise l'autosuffisance énergétique pour les producteurs qui possèdent des superficies boisées ou, de façon plus large, au niveau d'une communauté ou d'une région;
- Elle se révèle plus économique que les combustibles fossiles.

Les principaux inconvénients sont :

- Compte tenu de leur pouvoir calorifique et de leur masse volumique apparente inférieurs à ceux des combustibles fossiles, un volume d'entreposage important est requis pour une même autonomie;

- L'alimentation de la chambre de combustion ne peut être automatisée facilement pour le bois en longueur;
- Le fonctionnement de ce type de chauffage nécessite un entretien plus fréquent;
- La combustion produit une quantité de cendres de l'ordre de 0,5 à 3 % de la biomasse qu'il faut gérer;
- La qualité (ex. : humidité, pourriture, etc.) et l'uniformité (espèce ligneuse, écorce, etc.) du bois en longueur peuvent varier considérablement;
- La combustion de plantes herbacées granulées produit des quantités plus importantes de chlore et de potassium dans les émissions atmosphériques, ce qui accélère la corrosion des équipements;
- La situation réglementaire relative à la combustion de biomasse autre que le bois est plus contraignante;
- Elle produit plus de pollution de l'air intérieur et extérieur que les combustibles à chauffage traditionnels, même pour ce qui est des appareils dotés de technologies évoluées de combustion.

Ces nouveaux combustibles nécessitent que des adaptations soient apportées à des équipements déjà en utilisation ou que de nouveaux équipements soient mis au point. Ces innovations touchent entre autres l'alimentation du système de combustion, les émissions atmosphériques, le choix des matériaux de construction et la gestion des cendres produites.

7 RECOMMANDATIONS

Le contexte est favorable à l'installation d'unités de chauffage à la biomasse, particulièrement si l'entreprise est admissible aux programmes de subventions. Bien que le fonctionnement et l'entretien d'un tel système alimenté en biomasse exigent plus de main-d'oeuvre, les entreprises grandes consommatrices d'énergie thermique rentabilisent rapidement l'investissement et la main-d'oeuvre supplémentaire requise.

Dans le cas du chauffage avec des granules élaborées à partir de biomasse autre que forestière, les dispositions réglementaires exigent que la chaudière à biomasse remplissent des critères de conception et de fonctionnement qui l'apparentent à un incinérateur, d'où des contraintes supplémentaires et des coûts qui y sont associés. La pertinence d'un tel choix à court terme demeure à être évaluée de façon plus précise.

8 RÉFÉRENCES

BEAUCHAMP, M., 2009. *Nouvelles sources d'énergie utilisables dans l'acériculture*. Conférence de la Journée ANPACQ Acéricole 2009. Innovation et progrès en agroalimentaire au Centre-du-Québec

CDL, 2010. [En ligne] [<http://www.cdl-dallaire.com/>] (Consulté le 25 février 2010).

GROUPE MALENFANT, 2010. [En ligne] [<http://www.groupemalenfant.com/>] (Consulté le 25 février 2010).

LAFLAMME, N., 2010. La normalisation des biocombustibles – Une approche nécessaire au développement ordonné de la filière du chauffage à la biomasse. Colloque Biomasse. AQME / CQVB. 26 janvier 2010.

SEQUOIA, 2010. [En ligne] [<http://www.sequoiaindustries.ca/>] (Consulté le 26 février 2010).

SOUDURE BERNARD BRISSON, 2010. [En ligne] [<http://www.soudurebernardbisson.com/>] (Consulté le 25 février 2010).