



Bureau de l'efficacité et de l'innovation
énergétiques

PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

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.mrn.gouv.qc.ca/>
Courriel : efficaciteenergetique@mrn.gouv.qc.ca

Photos : Éric Labonté et Marc Lajoie, MAPAQ

Décembre 2012
© Gouvernement du Québec

1 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

L'énergie captée à l'aide de panneaux solaires thermiques peut être utilisée à des fins diverses. Toutefois, l'application la plus répandue et probablement la plus intéressante pour le domaine agricole demeure le chauffage de l'eau. Des chauffe-eau solaires en système passif et en système actif existent. Toutefois, les systèmes actifs sont les plus répandus dans les climats froids tel celui du Québec. Dans tous les cas, ces systèmes doivent être couplés à un chauffe-eau conventionnel (électrique, propane, gaz, etc.). Plusieurs types de chauffe-eau solaires existent sur le marché qui utilisent différents principes de fonctionnement :

Pour des raisons techniques, les systèmes en circuit fermé, avec liquide antigel ou avec vidange autonome, sont les plus utilisés sous nos conditions climatiques. Ces systèmes utilisent un fluide caloporteur qui récupère l'énergie solaire à partir des panneaux et la cède à l'eau par l'entremise d'un échangeur thermique. Les principales composantes de ces systèmes sont les suivantes (RNC, 2003) :

- **Panneau solaire** : réseau de tubes installés la plupart du temps sur le toit d'un bâtiment dans lesquels circule le fluide caloporteur servant au transfert de chaleur;
- **Pompe** : appareil servant à la circulation du fluide caloporteur (pompe à faible débit pouvant être alimentée par un capteur photovoltaïque);
- **Échangeur thermique** : bassin dans lequel s'effectue le transfert de chaleur entre le fluide caloporteur réchauffé et l'eau d'utilisation finale;
- **Réservoirs** : lieux d'emmagasinement de l'eau chaude pour pallier les besoins lors de périodes de faible ensoleillement;
- **Équipements de contrôle** : contrôleur, thermocouple, soupapes, réservoir d'expansion, etc.

La figure 4-19 schématise un système de chauffe-eau solaire en circuit fermé avec antigel. Le rôle du chauffe-eau solaire, dans la majorité des applications, consiste à préchauffer l'eau d'utilisation avant son entrée dans le chauffe-eau conventionnel. Ce dernier agit donc comme chauffage d'appoint.

Le fluide caloporteur qui circule dans le capteur solaire capte la chaleur et la transporte à travers la tuyauterie jusqu'au réservoir de stockage d'eau préchauffée. Ce fluide est typiquement composé d'une partie d'eau et d'une partie d'antigel de qualité alimentaire, généralement du propylène glycol. Selon le type d'échangeur de chaleur, soit le fluide caloporteur, soit l'eau à préchauffer (figure 4-19) circule dans des conduits à l'intérieur du réservoir de stockage d'eau chaude. Progressivement, le fluide caloporteur cède sa chaleur à l'eau d'utilisation. Ce transfert s'effectue sans mélange ni contamination entre le fluide et l'eau. Le fluide caloporteur refroidi remonte ensuite vers les capteurs solaires pour démarrer un nouveau cycle. Le fluide caloporteur circule généralement à l'aide d'une pompe électrique et d'un régulateur.

Afin d'améliorer la capacité du stockage de l'énergie thermique, il est possible de maintenir l'eau à une température plus élevée que la température finale désirée. Une soupape de régulation de température à la sortie du chauffe-eau conventionnel permettra d'injecter de l'eau froide dans le circuit pour obtenir la température désirée.

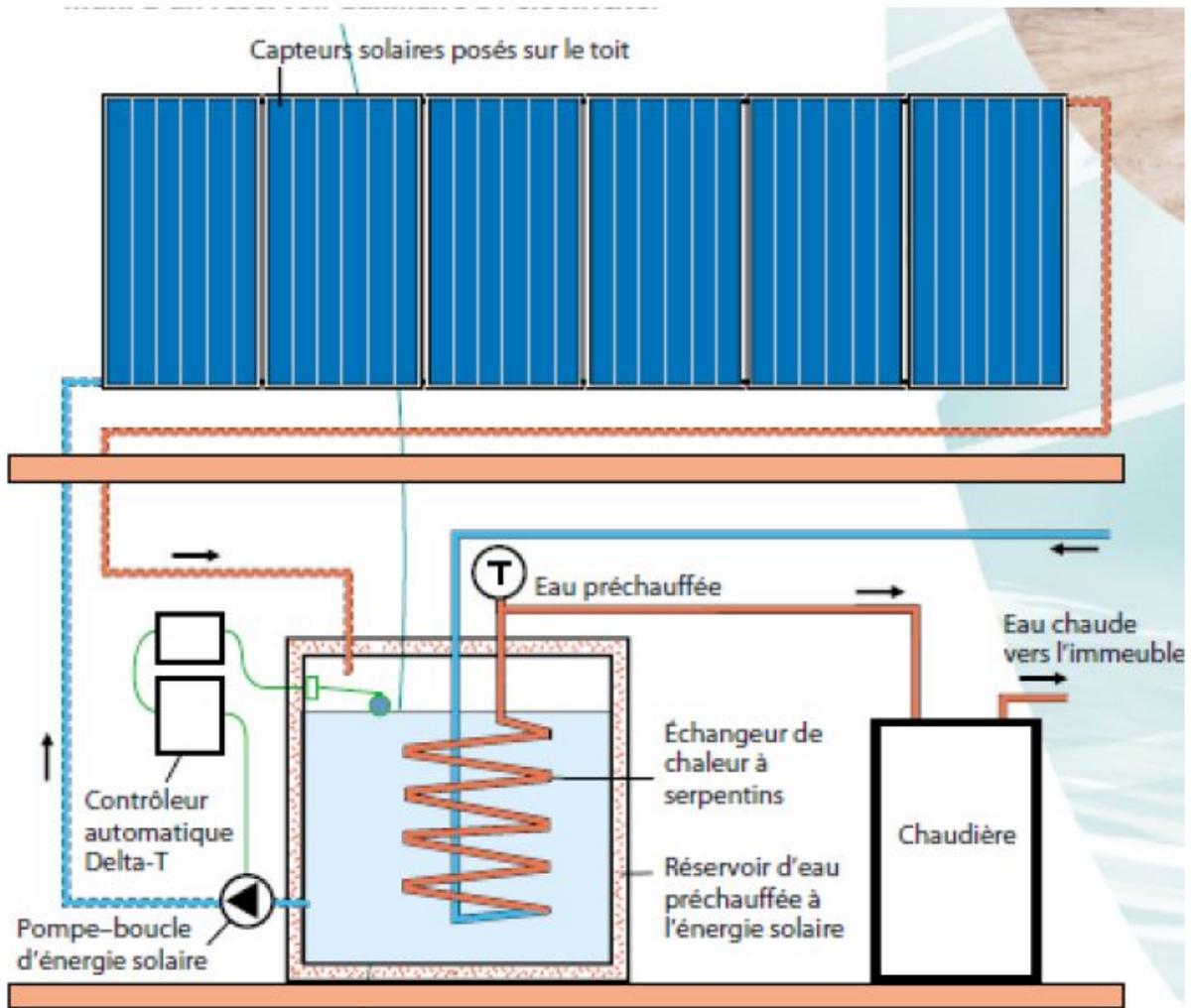


Figure 4-19
Schéma d'un système de chauffe-eau solaire typique (RNC, 2003)

Plusieurs modèles de capteurs solaires thermiques sont disponibles. Les principales caractéristiques de ces capteurs sont les suivantes (RNC, 2003) :

Capteur plat vitré : Ce type de capteur est composé de tubes reliés à une plaque métallique absorbante qui sont installés dans un boîtier isolant recouvert d'une plaque de verre, permettant ainsi de minimiser les pertes de chaleur. En été, ces systèmes sont très efficaces puisqu'ils convertissent jusqu'à 80 % de l'énergie reçue en chaleur; en hiver, ils n'en convertissent que de 20 à 25 % (OMAFRA, 2010). Ainsi, avec une exposition optimale (angle d'élévation et orientation), ce capteur peut recueillir annuellement de 1 000 à 1 200 kWh par m² de capteur, selon le degré d'ensoleillement du site. Par ailleurs, le fluide caloporteur atteint typiquement une température supérieure de 60°C à la température extérieure.

Capteur à tubes sous vide : Ce type de capteur est composé de tubes sous vide qui entourent une plaque métallique absorbante. Au même titre qu'une bouteille isolante, le vide dans ce système réduit les pertes de chaleur. Ces capteurs sont particulièrement efficaces par temps très froid. Aussi, à cause de leur coût plus élevé, ces capteurs sont généralement utilisés sous des climats les plus rigoureux.

Capteur non vitré : Habituellement, ces capteurs sont faits de caoutchouc ou de polymère stabilisé aux rayons ultraviolets. Ils n'ont pas de boîtier et sont plus fréquemment employés à des fins de chauffage à basse température tels que les chauffe-eau de piscines et les systèmes pour le chauffage de l'eau de traitement des procédés d'aquaculture.

Les pompes requises pour assurer la circulation du fluide caloporteur consomment une faible puissance électrique, soit de l'ordre de 3 W par m² de panneau solaire. Une installation domestique requiert typiquement 1,5 m² de capteur par personne. Ainsi, pour une résidence abritant 4 personnes, une superficie de 6 m² de panneau serait requise de même qu'une pompe d'une puissance de 20 W. Une pompe alimentée par un panneau solaire photovoltaïque peut donc satisfaire cette demande.

2 DOMAINE D'APPLICATION

Les principales applications potentielles dans le domaine agricole sont la fourniture d'eau chaude pour les usages domestiques conventionnels, pour le lavage d'équipements et de locaux et pour le chauffage de locaux.

À part les usages domestiques qui sont en pratique présents sur toutes les fermes, les autres usages ne sont pas communs à tous les types de production. Pour les fermes laitières, les besoins sont particulièrement importants pour le lavage des équipements de traite (lactoduc, relâcheur, réservoir, etc.) et des planchers de la laiterie et, le cas échéant, du salon de traite. Des besoins se manifestent également pour certaines fermes où des planchers chauffants ont été installés pour le logement des veaux laitiers, le salon de traite ou la laiterie. Dans le cas de la production porcine, en plus des besoins domestiques, le recours au plancher chauffant en pouponnière est fréquent. Le lavage des salles d'élevage entraîne également une consommation d'eau importante. Ce lavage comprend une étape de détergence qui profite grandement de l'utilisation d'eau chaude.

Ces chauffe-eau solaires pourraient également fournir une partie de l'énergie de chauffage pour des installations actuellement chauffées par de l'eau chaude, le réseau de distribution et les équipements étant déjà en place. C'est le cas notamment dans certaines serres du Québec.

Le chauffe-eau solaire est intéressant dans la mesure où les besoins s'expriment de façon régulière et fréquente, de préférence quotidienne à défaut de quoi d'importants réservoirs d'entreposage isolés thermiquement seraient requis, diminuant d'autant l'intérêt d'un tel investissement.

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

Dans la province de Québec, un chauffe-eau solaire résidentiel permet de combler typiquement 40 % des besoins en énergie pour le chauffage de l'eau avec des capteurs plats vitrés (RNC, 2000) et jusqu'à 60 % avec des capteurs à tubes sous vide (RNC, 2003). Il s'agit donc d'un système complémentaire à un système de chauffage classique. En considérant une efficacité globale annuelle de 50 % pour un capteur plat vitré, le potentiel de récupération d'énergie solaire est de l'ordre de 750 kWh par m² de capteur. Cette performance varie évidemment avec le type et le positionnement du capteur et avec l'ensoleillement du site. Une superficie de captage de 6 m² (deux panneaux 4 pieds sur 8 pieds) génère ainsi 4 500 kWh annuellement, ce qui permet des économies approximatives de 333 \$ (à 7,4 ¢/kWh). Le coût à l'achat pour ce type stockage, tuyauterie, échangeur de chaleur, etc.).

Afin de promouvoir l'utilisation de ces systèmes, le volet *Chauffage renouvelable* du programme *écoÉNERGIE* de Ressources Naturelles Canada propose des subventions à l'investissement pour l'achat et l'installation d'un chauffe-eau solaire (RNC, 2010). La subvention est évaluée selon la superficie de capteur, du facteur de rendement du capteur choisi (de 0,6 à 1,0) et du taux de l'incitatif. Le montant maximal de la subvention est alors de 275 \$ par m² de capteur.

4 DISPONIBILITÉ DE LA TECHNIQUE

La technique est largement disponible au Québec. Toutefois, la majorité des fabricants sont situés dans d'autres provinces, aux États-Unis ou en Europe. Le tableau 4-27 présente une liste non exhaustive de ces fabricants ou distributeurs. Une liste plus complète se trouve sur le site de Ressources Naturelles Canada (RNC, 2010).

Tableau 4-27
Liste de quelques fabricants et/ou distributeurs de chauffe-eau solaire disponibles au Québec

Entreprise	Produits	Coordonnées
Enerworks	Capteur plat vitré	Tél. : (519) 268-6500 Courriel : j.raes@enerworks.com Site : www.enerworks.com
Viessmann Manufacturing Company 750 McMurray Road Waterloo, ON N2V 2G5	Capteur plat vitré Capteur à tubes sous vide	Tel : (519) 885-6300 Sans Frais : (800) 387-7373 Fax : (519) 885-0887 Courriel : info@viessmann.ca Site : www.viessmann.ca
Green Sun Rising Inc. RET Center 680 Kildare Road Windsor ON N8W 2W4	Capteur plat vitré Capteur à tubes sous vide	Téléphone : 519-946-0408 Site : greensunrising.com
ECHO Système Énergie Solaire	Capteur plat vitré Capteur à tubes sous vide	Téléphone : (819) 537-0560 Courriel : info@solarwall.com Site : www.echosysteme.qc.ca
Solensis 3631, boul. Taschereau Longueuil QC J4T 2G3	Capteur plat vitré	Téléphone : 1 (866) 585-6186 Site : www.solensis.ca
Select Solar System 3987 Settle Rd., White Lake RR1 S14 C12 Sorrento, BC V0E 2W1	Capteur plat vitré	Tel (250) 835-2208 Fax (250) 835-2304 Courriel : info@selectsolarsystems.com Site : www.selectsolarsystems.com

5 ESTIMATION DE LA RENTABILITÉ

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

L'application la plus commune des panneaux solaires autres que les murs solaires est le chauffage de l'eau. Les chauffe-eau étant alimentés majoritairement à partir de l'électricité, c'est cette forme d'énergie que les chauffe-eau solaires déplaceront, devant le propane et l'huile à chauffage. Sur cette base, selon les différents paramètres techniques et économiques applicables, incluant les subventions éventuelles, le coût de revient de l'énergie solaire thermique à des fins de chauffage de l'eau varie de 0,07 \$ à 0,19 \$ du kWh (durée de vie estimée de 20 ans; financement à un taux de 6 %; entretien annuel de 2 % de la valeur à neuf). Une meilleure rentabilité pourrait être assurée par une amélioration du rendement énergétique des capteurs, par une réduction de leur coût, par l'augmentation des subventions disponibles ou par l'augmentation des tarifs d'électricité (augmentation sensible peu probable à court ou à moyen

terme). D'autre part, une partie des travaux d'installation peut être réalisée par le producteur, ce qui peut favoriser l'adoption d'un tel système.

5.2 Type d'élevage et taille de la ferme

Les entreprises les plus susceptibles d'être intéressées par cette technique sont celles qui utilisent une grande quantité d'eau chaude de façon régulière et fréquente. À ce titre, les fermes laitières (lavage de l'équipement de traite, du plancher de la laiterie et de la salle de traite, plancher chauffant pour la pouponnière), les fermes porcines (lavage des salles et des véhicules de transport et chauffage de plancher radiant) et certaines fermes de volailles sont plus spécifiquement visées par cette application.

5.3 Bâtiment neuf ou bâtiment existant

Comme pour la majorité des applications, il est plus intéressant de réaliser l'installation dans un bâtiment neuf. Toutefois, le système de chauffe-eau solaire est adaptable dans la majorité des cas à un bâtiment existant sans entraîner de coûts supplémentaires excessifs. D'autre part, la proportion des coûts associée à l'installation du système diminue avec l'augmentation de la superficie de panneaux à installer, ce qui pourrait atténuer la différence entre un bâtiment existant et un bâtiment neuf.

En raison de sa rentabilité variable à court terme, le chauffe-eau solaire ne justifierait évidemment pas la conversion d'un plancher conventionnel en un plancher radiant sous la seule raison de recourir au chauffe-eau solaire. Toutefois, pour un bâtiment existant déjà doté d'un plancher radiant ou dans le cas d'un bâtiment neuf, il pourrait être intéressant d'adapter la dimension du chauffe-eau pour satisfaire à la fois les besoins de lavage et de chauffage, profitant ainsi d'une économie d'échelle, ce qui améliorerait la rentabilité éventuelle d'un tel système.

6 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Parmi les avantages d'un chauffe-eau solaire, notons les suivants :

- Possibilité de convertir en chaleur jusqu'à 70 % de l'énergie captée;
- Longue durée de vie, estimée à 20 ans;
- Installation possible dans la majorité des bâtiments existants et, de toute évidence, dans tout nouveau bâtiment;
- Possibilité de s'affranchir du réseau public d'alimentation électrique (pompe alimentée par un panneau photovoltaïque);
- Disponibilité d'une aide financière pour réduire les coûts d'immobilisation;
- Construction à partir de matériaux simples (métal et verre) qui entraîne peu d'émission de carbone lors de sa fabrication;
- Entretien minimum (remplacement du fluide caloporteur, le cas échéant, de façon régulière pendant quelques années);
- Permet de conserver la chaleur emmagasinée durant les périodes d'ensoleillement pour une utilisation ultérieure;
- L'énergie solaire est disponible partout au Québec, elle est propre et à 100 % renouvelable.
- Un chauffe-eau solaire est un premier pas vers l'autonomie énergétique!

Les principaux inconvénients sont les suivants :

- La rentabilité n'est pas encore assurée à court terme mais pourrait le devenir par la modification de certains paramètres, surtout si les besoins sont élevés;
- Nécessité d'un stockage supplémentaire à celui du chauffage conventionnel pour permettre une accumulation optimale de l'énergie thermique durant le jour;
- En raison d'un plus faible rendement en hiver (de l'ordre de 25 % à 30 % de l'énergie solaire captée), la puissance de chauffage conventionnel doit être presque aussi élevée que sans le chauffe-eau solaire.

7 RECOMMANDATIONS

Malgré une rentabilité qui demeure à être améliorée, l'avenir de l'énergie solaire thermique pour le chauffage de l'eau semble intéressant à relativement court terme. La tendance à une augmentation plus régulière des tarifs d'électricité, la réduction progressive du coût des systèmes de chauffe-eau solaire et une augmentation de leur rendement de même que le maintien ou l'augmentation des subventions rattachées à ces investissements sont tous des facteurs qui influenceront de façon positive et significative sur la rentabilité de ces systèmes.

Par conséquent :

- Il serait pertinent de voir un accroissement à court terme de l'utilisation de ces systèmes sur les fermes québécoises;
- Considérer en particulier les utilisations les plus intéressantes à court terme : ferme laitière et ferme porcine;
- Compte tenu de la grande variabilité dans le niveau de rentabilité de ces systèmes, réaliser une étude au cas par cas avant d'opter pour cette technique et choisir les équipements requis.

8 RÉFÉRENCES

AEÉ, 2009a. *Chauffe-eau domestiques solaires (Coût, efficacité et rentabilité)*, Agence de l'efficacité énergétique du Québec, [En ligne] [<http://www.aee.gouv.qc.ca/innovationtechnologique/chauffe-eau-solaires-domestiques/couts-efficacite-et-rentabilite/>] (Consulté en 2009).

AEÉ, 2009b. *Programmes et aides financières*, Agence de l'efficacité énergétique du Québec, [En ligne]. [<http://www.aee.gouv.qc.ca/programmes-et-aides-financieres/>].

OMAFRA, 2010. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. [En ligne] [http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/sol_wat.htm], mis à jour le 22 janvier 2010.

RNC, 2000. *Les chauffe-eau solaires* (Guide de l'acheteur), Ressources naturelles Canada, 21 p.

RNC, 2003. *Systèmes de chauffe-eau solaires (commercial)*, Ressources naturelles Canada, 8 p.

RNC, 2010. [En ligne] [<http://www.ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/index-fra.cfm>], Ressources Naturelles Canada, mis à jour le 22 octobre 2009.