



Bureau de l'efficacité et de l'innovation
énergétiques

MUR SOLAIRE

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

Le mur solaire peut être intégré dans un système solaire « passif » ou « actif ». Toutefois, les applications agricoles sont plutôt de type « actif ».

1 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Le mur solaire est composé d'un capteur solaire installé sur le mur extérieur le plus ensoleillé du bâtiment. Il est fait d'une simple tôle perforée de couleur foncée, de préférence noir (figure 4-18). Au contact de la tôle, l'air est réchauffé puis aspiré par les petits orifices pour se retrouver dans l'espace entre la tôle et le mur porteur du bâtiment. L'air préchauffé est ensuite distribué dans le bâtiment, soit par un corridor de préchauffage ou par l'entretoit. Puisque le « moteur » du système est la lumière du soleil, la performance dépend de l'intensité du rayonnement solaire et non de la température de l'air. Ainsi, le mur solaire peut générer autant d'énergie en hiver qu'en été. L'apport thermique du mur solaire peut être complètement éliminé en été par une simple dérivation de l'air de ventilation.

Tel qu'il a déjà été mentionné, l'angle d'inclinaison du mur solaire par rapport à l'horizontale devrait correspondre à environ la latitude du site plus 15 degrés pour optimiser son rendement. Toutefois, pour des considérations pratiques et économiques, le mur solaire remplace le mur traditionnel et est donc positionné verticalement. Il est installé sur la façade du bâtiment qui reçoit le plus de rayonnement solaire et devrait bénéficier d'une exposition au soleil sans ombrage, surtout en milieu de journée (entre 10 et 15 h). Dans la situation de la ville d'Alma, un mur solaire vertical orienté vers le sud capterait jusqu'à 1 170 kWh par année par m² de capteur, dont 740 kWh durant la période froide d'octobre à avril inclusivement. Le mur solaire convertit jusqu'à 80 % de ce rayonnement solaire en énergie thermique.

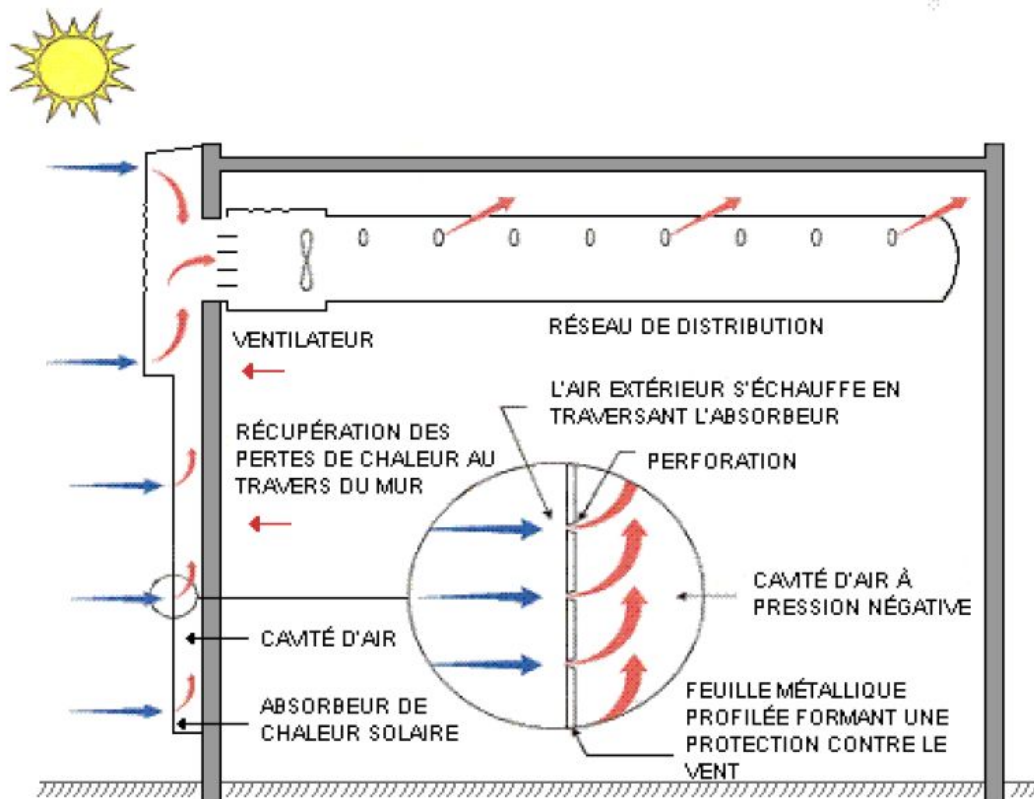


Figure 4-18

Schéma du principe de fonctionnement d'un mur solaire (source : Conserval Engineering)

2 DOMAINE D'APPLICATION

Le captage de l'énergie thermique générée par le mur solaire se fait par le déplacement de l'air chauffé. Aussi, les applications les plus pertinentes pour cette technique sont celles où des besoins de ventilation en période froide se manifestent. Ces conditions s'observent particulièrement dans le cas des bâtiments d'élevage. En effet, les animaux produisent du dioxyde de carbone et de l'humidité par leur respiration. Afin de maintenir des conditions d'ambiance optimale, ces composés doivent être évacués du bâtiment par le système de ventilation. L'air expulsé est alors remplacé par de l'air provenant de l'extérieur du bâtiment. En conditions d'hiver, cet air doit être chauffé afin de maintenir la température de consigne dans le bâtiment. Selon les conditions précises du moment, le mur solaire peut permettre de combler l'énergie manquante ou réduire les besoins de chauffage d'appoint.

Le mur solaire est particulièrement bien adapté aux élevages dont la température de consigne est élevée et la densité animale relativement faible (faible production de chaleur sensible des animaux). Les élevages de poulets de chair et de veaux de même que les sections de mise-bas et de pouponnière porcines peuvent le mieux profiter de cette technologie. Le mur solaire peut également être utilisé pour des applications plus spécialisées comme le séchage de fourrages, de céréales ou même de fumier de volailles.

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

L'installation d'un mur solaire pour un bâtiment agricole nécessite un investissement plus important qu'un mur traditionnel, la tôle utilisée pour un mur solaire étant 10 fois plus coûteuse qu'un revêtement traditionnel. Cette différence provient essentiellement de l'exécution des perforations ainsi que de la précision requise pour assurer un échange de chaleur efficace. En pratique, la structure du mur solaire est identique à celle d'un mur traditionnel et c'est le revêtement qui est entièrement modifié. Alors que le coût d'un revêtement métallique est de l'ordre de 22 \$/m² à 32 \$/m², celui d'un mur solaire est de l'ordre de 110 \$/m². Ce coût comprend les aménagements requis pour adapter le mur à une construction existante.

L'installation d'un mur solaire est possible sur presque tous les bâtiments d'élevage existants, ce qui nécessite généralement des modifications aux entrées d'air. Le coût d'installation peut donc varier sensiblement en fonction de ces adaptations. Le coût d'installation est évidemment inférieur pour des constructions neuves. En effet, une partie du coût du mur solaire est intégrée dans le coût de construction en remplacement d'un mur traditionnel et la conception prévoit l'installation de ce mur éliminant ainsi les adaptations subséquentes. Par ailleurs, des subventions de différentes institutions peuvent être obtenues lors de l'investissement. Ressources naturelles Canada (RNC, 2010) proposait un incitatif allant jusqu'à 70 \$/m² de mur solaire par l'entremise du programme écoÉNERGIE. Gaz Métro (2010) offrait également à ses clients le programme Chauffage solaire du Fonds en efficacité énergétique. Ce programme est en supplément d'écoÉNERGIE.

Le potentiel d'économie est très variable selon le type d'application. D'après les résultats observés dans une pouponnière porcine de 1000 places, l'utilisation d'un mur solaire a fourni une chaleur équivalente à 900 litres de propane de novembre à avril, soit entre environ 20 % du propane habituellement consommé (CDPQ-IRDA, 2004). Selon cette étude, et en excluant les apports énergétiques du mur durant les autres mois de l'année ainsi que toute forme de subvention, la période de retour de l'investissement serait de l'ordre de 7 à 14 ans pour un prix du propane variant de 0,678 à 0,50 \$/L et pour des bâtiments neufs ou existants. En considérant la subvention maximale de RNC, cette période serait réduite et serait de 1,0 à 5,3 ans.

Selon les données présentées par Conserval Engineering (2010), la période de retour sur l'investissement serait de l'ordre de 5 ans à 7 ans pour des bâtiments de poulets à griller et des pouponnières porcines respectivement pour de nouveaux bâtiments et pour des bâtiments existants.

4 DISPONIBILITÉ DE LA TECHNIQUE

Au moins trois entreprises fabriquent et/ou distribuent des murs solaires au Québec (tableau 4-25). Les murs solaires produits par ces entreprises sont admissibles au financement offert par Ressources naturelles du Canada (RNC, 2010).

Tableau 4-25
Liste des fabricants et/ou distributeurs de mur solaire disponible au Québec

Entreprise	Produits	Coordonnées
Énergie Matrix 296, avenue Labrosse Pointe-Claire (Québec) H9R 5L8	Capteurs solaires perforé MatrixAir™ TR Capteur solaire à circulation arrière MatrixAir™ BP	Tél. : (514) 630-5630 ou 1-866- 630-5630 Télécopieur : (514) 426-9123 Courriel : info@matrixenergy.ca Site : www.matrixenergy.ca
Enerconcept Technologies inc. 42 Principale O., bureau 201 Magog (Québec) Canada J1X 2A5	Mur solaire Unitair	Tel : (819) 843-1323 Fax : (819) 843-7103 Sans Frais : (866) 829-1690 Courriel : info@enerconcept.com Site : www.enerconcept.com
MUROX 270, chemin Du Tremblay Boucherville, (Québec) J4B 5X9	Mur thermique ventilé (application surtout industrielle, institutionnelle et commerciale)	Téléphone : (450) 641-4000 Sans frais : (866) 466-8769 Télécopieur : (450) 641-9585
Conserval Engineering 200 Wildcat Road Toronto (Ontario) M3J 2N5	SolarWall	Téléphone : (416) 661-7057 Sans frais : (866) 466-8769 Télécopieur : (416) 661-7146 Courriel : info@solarwall.com Site : solarwall.com

5 ESTIMATION DE LA RENTABILITÉ

Dans le contexte du projet, les murs solaires sont considérés comme un recouvrement externe de bâtiments d'élevage, bien que d'autres utilisations plus spécifiques puissent être envisagées sur les fermes.

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

Les murs solaires fournissent une énergie thermique de basse température aux bâtiments d'élevage; elle doit donc être utilisée comme telle. L'énergie recueillie par ces murs se substituera donc principalement au propane ou à l'huile à chauffage et, plus rarement, au gaz naturel et à l'électricité.

De façon générale, le mur solaire réduit d'environ 30 % la consommation énergétique requise pour le chauffage d'un bâtiment pour les élevages les plus aptes à le recevoir. Le tableau 4-26 démontre l'effet du coût de l'énergie sur la période de retour sur l'investissement pour différents types de projet de pouponnière porcine dont le chauffage est assuré par le propane.

Tableau 4-26
Période de retour sur l'investissement (ans)
en fonction du type de projet et du coût de l'énergie

Type de projet (porc)	Prix du propane (\$/L)			
	0,40	0,50	0,60	0,70
Sans subvention				
Pouponnière existante	18,1	14,5	12,1	10,4
Pouponnière neuve	13,2	10,5	8,8	7,5
Avec subvention ¹				
Pouponnière existante	6,6	5,3	4,4	3,8
Pouponnière neuve	1,6	1,3	1,1	0,9

¹ Subvention maximale de RNC, soit 70 \$/m² de mur solaire.

5.2 Type d'élevage et taille de la ferme

Tel qu'il a été mentionné, la technologie des murs solaires s'applique de façon plus pertinente aux élevages de poulets et de veaux et aux bâtiments de mise-bas et de pouponnière porcines. Toutefois des applications plus spécifiques pourraient éventuellement profiter de cette technologie (séchage de grains et fourrages, séchage de fumier, etc.).

L'installation d'un mur solaire profite peu d'une économie d'échelle sinon pour les frais administratifs, d'ingénierie et d'installation de chantier. Aussi, son coût est directement proportionnel à la taille du bâtiment (ou du cheptel).

5.3 Bâtiment neuf ou bâtiment existant

L'installation d'un mur solaire sur un bâtiment neuf présente les deux avantages suivants :

- Le mur solaire est substitué avant la construction au mur traditionnel, réduisant ainsi son coût net;
- Les adaptations d'un bâtiment traditionnel sont apportées dès sa conception, réduisant ainsi au minimum les coûts d'installation du mur solaire.

Le coût net d'un mur solaire est de l'ordre de 80 \$/m² soit son coût normal de 110 \$/m² moins le coût du mur traditionnel qu'il remplace, 30 \$/m². Le tableau 4-26 illustre l'effet du type de bâtiment (neuf ou existant) sur la période de retour sur l'investissement.

6 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Les principaux avantages que présente le mur solaire sont les suivants :

- Source d'énergie renouvelable, gratuite et illimitée (soleil);
- Réduction de la sensibilité de l'entreprise aux variations du coût de l'énergie;
- Pertinence particulièrement dans les élevages où l'apport d'air neuf et le chauffage sont nécessaires (porcherie, ferme avicole et de veaux lourds);
- Récupération d'une partie de la chaleur perdue par conduction à travers le mur solaire;
- Subventions disponibles;

- Période de retour sur l'investissement relativement courte, particulièrement pour de nouveaux bâtiments avec subvention;
- Intégration facile aux constructions agricoles et adaptation à la très grande majorité des bâtiments d'élevage déjà construits;
- Peu d'entretien requis;
- Plusieurs fournisseurs au Québec;
- Maintien d'une meilleure qualité de l'air dans le bâtiment par une augmentation du débit de ventilation tout en maintenant ou en réduisant les coûts de chauffage;
- Efficacité de captage de l'énergie solaire élevée (autour de 75 %);
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Les principaux points faibles sont :

- Le mur solaire ne génère pas de chaleur la nuit lorsque les besoins de chauffage sont les plus élevés : cela implique que la puissance de chauffage installée doit être identique à celle d'un bâtiment non muni de ce mur;
- Il peut être difficile de rentabiliser le mur solaire pour un bâtiment déjà construit surtout si des adaptations importantes doivent être effectuées.

7 RECOMMANDATIONS

La rentabilité des murs solaires pour un grand nombre d'applications en agriculture est largement démontrée. Aussi, et compte tenu de la tendance à long terme de l'évolution du prix des hydrocarbures, les principales recommandations sont les suivantes :

- Prévoir l'installation d'un mur solaire pour tout nouveau bâtiment d'élevage de poulets de chair et de veaux ainsi que pour les bâtiments ou les sections de bâtiments de mise-bas et de pouponnière porcines;
- Dans le cas de bâtiments existants, envisager l'installation d'un mur solaire en tenant compte des coûts d'adaptation requis ainsi que de la durée de vie résiduelle estimée du bâtiment;
- Pour les autres types d'élevage, faire une étude plus complète du niveau de rentabilité de cette technologie, en particulier si les subventions n'étaient plus disponibles.

8 RÉFÉRENCES

CONSERVAL ENGINEERING. 2010. [En ligne] [<http://solarwall.com/en/case-histories.php?dgp=40>], (Consulté le 13 janvier 2010).

GAZ MÉTRO. 2010. *Fonds en efficacité énergétique – Programme Chauffage solaire*. [En ligne] [<http://www.fee.qc.ca/fr/affaires/chauffage-solaire.php>] (Consulté le 10 janvier 2010).

HYDRO-QUÉBEC. 2008. *Rapport annuel 2008 – L'énergie de notre avenir*, 126 p.

CDPQ-IRDA. 2004. *Évaluation de l'efficacité technique et économique d'un mur solaire dans un bâtiment d'élevage porcin*, rapport de recherche, avril 2004, 75 p.

MRNF. 2009. *Statistiques énergétiques – Consommation d'énergie par forme*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, [En ligne] [<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiquesconsommation-forme.jsp>] (Consulté le 15 décembre 2009).

RNC. 2010. *Programme écoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable*, Ressources naturelles Canada. [En ligne] [<http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/index-fra.cfm>], mis à jour le 6 janvier 2010.