



Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques

## PROJET PILOTE CHAUFFE-EAU SOLAIRES DOMESTIQUES

Performance des chauffe-eau solaires installés au Québec - Rapport final

## **Avant-Propos**

Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) a mis en place en juin 2009 un projet pilote résidentiel visant à appuyer l'implantation de chauffe-eau solaires au Québec. Environ 70 clients résidentiels y ont participé. Dans le cadre de ce projet, le Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec (LTE) a été mandaté pour instrumenter, mesurer et analyser la performance de plusieurs installations solaires afin, ultimement, de quantifier les économies d'énergie in-situ des chauffe-eau solaires opérés dans un contexte québécois. La performance de 23 des chauffe-eau solaires installés chez les participants a été mesurée durant une année par le LTE. Ce mesurage a officiellement débuté le 1<sup>er</sup> août 2010 pour la majorité des clients et elle s'est terminée le 1<sup>er</sup> août 2011, soit un an plus tard. Le présent rapport détaille la méthodologie et les résultats obtenus.

Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune

**Performance des chauffe-eau solaires installés au Québec  
dans le cadre du projet pilote sur les chauffe-eau solaires domestiques  
du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques – rapport final**

Rapport final

préparé par :

Alain Moreau, ing., M.Sc.A.  
(chargé de projet, chercheur)

François Laurencelle, Ph.D.  
(chercheur)

Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec

pour :

Pascal Lê-Huu, ing.  
(chargé de programme)

Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Mars 2012

## Conclusion

---

Le Bureau de l'Efficacité et de l'Innovation Énergétique (BEIE) du Québec a mis en place en juin 2009 un projet pilote visant à favoriser l'implantation des chauffe-eau solaires au Québec. Environ 70 clients résidentiels ont adhéré à ce projet. Dans le cadre de ce projet, le Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec (LTE) a été mandaté par le BEIE pour instrumenter, mesurer et analyser la performance de plusieurs installations solaires afin, ultimement, de quantifier les économies d'énergie *in-situ* des chauffe-eau solaires opérés dans un contexte québécois. Au total, 23 clients ont été recrutés par le BEIE pour participer à la campagne de mesurage du LTE. Cette campagne de mesurage a officiellement débuté le 1<sup>er</sup> août 2010 pour la majorité des clients et elle s'est terminée le 1<sup>er</sup> août 2011, soit un an plus tard.

Les constats suivants se dégagent de cette campagne de mesurage :

- les mois d'été ont significativement été plus ensoleillés que les mois d'hiver pendant la campagne de mesurage. Ainsi, le rayonnement solaire journalier incident mesuré sur les panneaux solaires a été en moyenne de 5.2 kWh/m<sup>2</sup>/j en juillet mais de seulement 1.6 kWh/m<sup>2</sup>/j en décembre. Globalement, sur la base des données de Montréal, la période de mesurage a été moins ensoleillée (-10.5 %) qu'une année moyenne. La température extérieure moyenne fut cependant la même que celle d'une année moyenne ;
- pour l'ensemble de la période d'analyse, la consommation d'eau chaude journalière moyenne de tous les ménages a été de 143 litres par jours. Il s'agit d'une consommation d'eau en deçà de la valeur moyenne d'environ 186 l/j des ménages québécois ;
- le nombre d'heures mensuel de fonctionnement des systèmes solaires s'abaisse significativement en passant des mois de l'été vers l'hiver. Ainsi, en juillet, les systèmes solaires ont fonctionné en moyenne pendant 6.7 heures par jour, comparativement à 1.2 heure par jour en décembre. Ceci est cohérent avec la réduction du rayonnement solaire ;
- en accord avec la variation saisonnière du rayonnement solaire, la température de stockage dans les réservoirs tampons varie selon la période de l'année, étant supérieure à 50 °C en été en moyenne pour le groupe, et inférieure à 20 °C en décembre et janvier. Par

ailleurs, bien qu'occasionnel, la température de stockage dans le réservoir tampon peut être supérieure à 70 °C ;

- la couverture solaire des installations, ou taux d'économie, varie significativement entre les clients, se situant entre 21 et 68 % sur une base annuelle selon le client. A titre comparatif, la littérature annonce souvent des économies se situant entre 35 et 70 %. Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet se situent donc dans l'ordre de grandeur de ce qui est généralement véhiculé dans la littérature. Les clients ayant une faible consommation d'eau chaude ont, d'une façon générale, une couverture solaire plus élevée puisque les besoins énergétiques en eau chaude sont plus facilement comblés par les apports solaires. Il y a une diminution significative de la couverture solaire au fur et à mesure que l'on passe des mois d'été vers les mois d'hiver. Pendant l'été, elle est supérieure à 60 % en moyenne pour le groupe, tandis qu'elle est inférieure à 20 % en décembre et janvier. En moyenne pour le groupe de client, les chauffe-eau solaires ont permis de sauver 40 % des besoins énergétiques annuels.

La plage des économies énergétiques annuelles des 23 installations est vaste, se chiffrant entre 378 et 2084 kWh/an. La moyenne annuelle pour le groupe est de 1215 kWh, ce qui se traduit en économie moyenne annuelle de 94 \$ pour le groupe. Comme anticipé, les économies sont plus importantes pendant les mois d'été. De fait, en moyenne, les économies mensuelles entre avril et août sont presque 3 fois supérieures à celles des mois de décembre et janvier. Au global, c'est 76 % des économies annuelles qui se réalisent pendant la période estivale comprise entre avril et novembre (inclusivement).

Les chauffe-eau solaires sont des technologies matures qui sont le fruit de plusieurs années d'étude et de travaux internationaux visant à accentuer l'efficacité de ces systèmes. Des défauts de fabrication et d'installation peuvent certes survenir mais, au global, la technologie est maîtrisée et la performance optimisée. Ainsi, sous des conditions d'essais spécifiques, plusieurs panneaux solaires plats actuels peuvent convertir en chaleur jusqu'à 80% de l'énergie solaire reçue pendant l'été ; ce rendement se chiffre cependant souvent en deçà de 40% en hiver étant donnée la plus grande déperdition thermique des panneaux par temps froid ; les panneaux avec tubes sous vides sont pour leur part en mesure d'offrir un rendement supérieur à 50% en hiver.

Sans améliorer davantage les panneaux solaires, il y a quelques recommandations simples à mettre en œuvre pour accroître les économies d'énergie associées aux chauffe-eau solaires :

- réduire au minimum les pertes de chaleur à travers les tuyaux du fluide caloporteur en réduisant la distance entre les panneaux et le réservoir tampon et en les isolant soigneusement ;
- réduire au minimum les pertes de chaleur à travers les tuyaux qui relient le réservoir tampon et le chauffe-eau domestique en minimisant la distance et en les isolant adéquatement ;
- ne pas surdimensionner le volume des réservoirs tampons afin de réduire les pertes thermiques et accroître la performance globale ;
- doter le client d'une interface conviviale pour l'informer de la bonne marche de son système. De cette façon, le client pourrait intervenir en cas de mauvais fonctionnement et ainsi éviter de « perdre » des économies d'énergie. Si une telle interface existe, prendre le temps d'éduquer le client sur son utilisation et son interprétation.

L'application de ces recommandations permettra d'accroître de quelques points de pourcentage les économies d'énergie des chauffe-eau solaires. Cela ne résoudra cependant pas le défi majeur auxquels font face les chauffe-eau solaires, soit le problème de leur rentabilité. En effet, avec des économies annuelles de l'ordre de 100\$, la période de retour sur l'investissement des chauffe-eau solaire demeure extrêmement élevée. Avec un coût installé se situant entre 8,000 et 10,000\$<sup>4</sup>, la période de retour sur l'investissement est supérieure à 75 ans, ce qui est conforme aux résultats de Bédard [19]. Les efforts d'innovation touchant les systèmes solaires ne doivent donc pas s'attarder prioritairement à l'amélioration de la performance, mais plutôt à la réduction des coûts d'achat et d'installation. Dans cet ordre, les questions de base suivantes doivent se poser :

- Compte tenu que la plus grande partie des économies d'énergie se fait en été, soit en dehors des périodes hors-gel, serait-il plus souhaitable d'installer des systèmes 3 saisons, moins chers, qui n'ont pas besoin d'être protégé du gel ?
- L'utilisation en boucle fermé de l'eau comme fluide caloporteur, couplé à de l'auto-vidange, est-il préférable au glycol, compte tenu que cela pourrait simplifier le système et le rendre moins onéreux ?
- Pour entre autres des questions de simplicité d'installation et de maintenance, est-il préférable d'installer les panneaux solaires en position verticale sur les murs, comme le suggère Bédard [19] ?

---

<sup>4</sup> Information collectée lors de conversations téléphoniques.

- Le secteur résidentiel est-il le bon marché pour les systèmes solaires ? En effet, parce que l'eau chaude se consomme principalement en matinée et en soirée dans le secteur résidentiel, il est nécessaire de stocker la chaleur qui est produite pendant le jour avec les panneaux solaires. Ce surcoût pour ces systèmes de stockage pourrait être évité si la consommation d'eau chaude était concomitante avec la production solaire. Ceci est souvent le cas dans le secteur commercial (restaurant, bureau, procédé de fabrication, etc.).

Ces questions ouvrent la porte à plusieurs études.

Le projet a permis de générer une quantité formidable et une qualité unique de valeurs expérimentales sur les chauffe-eau solaires opérés en conditions réelles dans un contexte québécois. Le présent rapport a fait une analyse exhaustive de ces données. Cependant, beaucoup d'informations se cachent encore dans cette banque de données pour aider à mieux concevoir et opérer les chauffe-eau solaires au Québec. Entre autres, les données peuvent servir à valider des modèles de simulation des chauffe-eau solaires ou à faire, selon diverses techniques d'exploration de données, de l'ingénierie inverse pour optimiser les systèmes. Il serait donc très opportun de valoriser cette banque de données en la mettant à la disponibilité du milieu universitaire et des Centres de recherche pour supporter le développement durable de l'énergie solaire au Québec et ailleurs.