

# Rapport annuel 1998 à l'attention de l'Office fédéral de l'énergie

**Rapporteur :** Bernard Lachal  
CUEPE  
Université de Genève  
[bernard.lachal@cuepe.unige.ch](mailto:bernard.lachal@cuepe.unige.ch)

**Institut mandataire :** CUEPE  
Université de Genève  
<http://www.unige.ch/cuepe/>

**Titre du projet :** RENOVA

## Résumé:

Le projet RENOVA consiste à agrandir et rénover une maison existante en faisant en sorte de tendre vers une consommation d'énergie primaire très basse par conception générale, isolation poussée et véranda solaire. Cette phase a été achevée en 1994 avec succès. La dernière phase du projet consiste à équiper la maison d'une installation solaire active avec tentative de stockage long terme à basse température. Le projet a été accepté comme projet P+D par l'OFEN et l'Office cantonal de l'énergie de Genève. L'installation est terminée depuis le mois de mai 1997.

Les objectifs du projet sont l'évaluation des performances de l'installation durant 2 cycles et la comparaison avec les prévisions. Une campagne de mesure complète sur deux ans permettra d'étudier plus spécifiquement les points suivants:

- qualité de la toiture solaire vitrée construite sur place ( $31 \text{ m}^2$ )
- apprécier la stratification dans une cuve de  $10 \text{ m}^3$
- évaluer l'avantage d'un appoint à gaz en série avec le solaire (non injecté dans la cuve) pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire
- évaluer le fonctionnement et l'intérêt d'une solution originale de stockage souterrain d'excédent solaire d'été
- suivre le comportement de l'argile du bassin genevois soumis à un réchauffement.

Le projet a débuté mi octobre 1996 et le début de la campagne de mesure a commencé le premier juin 1997. Nous présentons ici les résultats de la deuxième année de mesures.



## 1. Objectifs du projet retenus pour 1998

Le projet RENOVA consiste à agrandir et rénover une maison existante en faisant en sorte de tendre vers une consommation d'énergie primaire très basse par conception générale, isolation poussée et véranda solaire. Cette phase a été achevée en 1994 avec succès. La dernière phase du projet consiste à équiper la maison d'une installation solaire active avec tentative de stockage long terme à basse température. Le projet a été accepté comme projet P+D par l'OFEN et l'Office cantonal de l'énergie de Genève. L'installation est terminée depuis le mois de mai 1997.

Les objectifs retenus pour 1997 étaient:

- mise en place des sondes et instruments de mesure, en parallèle avec la construction de l'installation
- prise des données, stockage
- première analyse

Les objectifs pour 1998 sont :

- prise des données, stockage
- analyse sur une année de mesures
- analyse détaillée de l'enveloppe du bâtiment

## 2. Travaux effectués et résultats obtenus

### 2.1 Mise en place des mesures

En parallèle aux travaux concernant l'installation elle-même, le dispositif de mesure a été mis en place et terminé en mai 1997 (fig.1). La température extérieure et l'ensoleillement dans le plan des capteurs sont également mesurés. Les données sont enregistrées toutes les 30 minutes par un déatalogger Campbell 21X

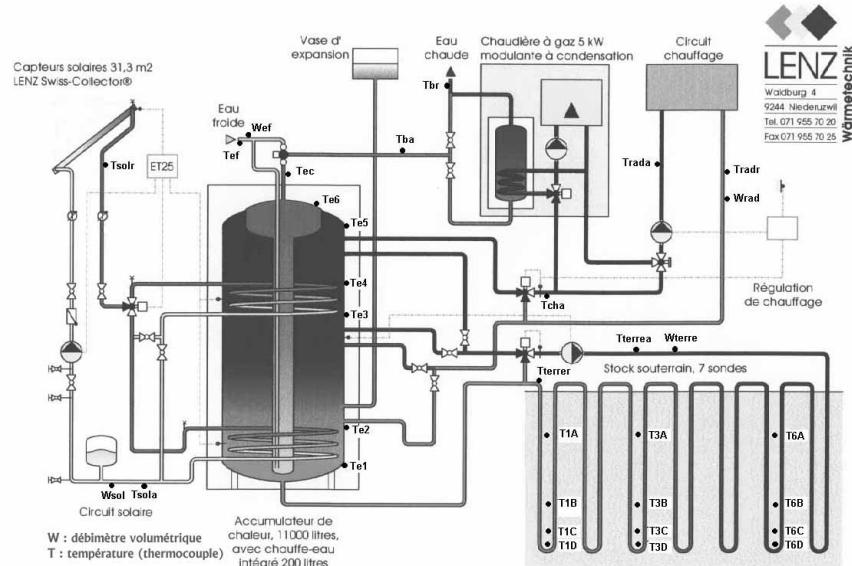


Figure 1 : Schéma de l'installation avec points de mesure

Les sondes ont été soigneusement étalonnées et nous avons testé la cohérence des mesures. Une connexion modem permet de rapatrier les données 2 à 3 fois par semaine. Des graphiques de contrôle sont systématiquement effectués, permettant un suivi régulier des données.

## 2.2 Résultats

Nous présentons ici les résultats concernant :

- les capteurs solaires
- le stockage souterrain
- le bilan de l'installation solaire
- le chauffage

### *les capteurs solaires*

Ce sont des capteurs sélectifs à un vitrage, montés sur place (LENZ, Niederuzwil). La surface donnée par le constructeur est de  $31.3 \text{ m}^2$ .

Une première caractérisation des collecteurs peut être donnée mais il faut tenir compte du fait qu'une partie des absorbeurs ( $2\text{m}^2$ ) a été recouverte de bois jusqu'au 25 août 97 et qu'une partie des vitrages a été modifiée à la même date. Malgré tout, les capteurs semblent très bons.

Il est possible de déterminer des valeurs pour le rendement optique  $\eta_0$ , les coefficients de transferts thermiques  $K_0$  et  $K_1$ , et pour la capacité d'un mètre carré d'absorbeur. Seules les valeurs mesurées autour de midi solaire ont été retenues (angle d'incidence proche de  $0^\circ$ ). Le tableau de la figure 2 nous donne les résultats de la régression multilinéaire sur le rendement :

$$Q / G t = \eta_0 - K_0 \Delta T / G - K_1 \Delta T^2 / G - C \Delta T_c / G t$$

avec:  $t = 30 \text{ minutes}$

$$\Delta T = T_{\text{absorbeur}} - T_{\text{extérieure}} [\text{K}]$$

$$\Delta T_c = \text{variation de température de l'absorbeur pendant la période de mesure} [\text{K}]$$

$$\eta_0 = \text{rendement optique}$$

$$Q = \text{énergie solaire produite} [\text{J/m}^2]$$

$$G = \text{puissance du rayonnement solaire} [\text{W/m}^2]$$

$$K_0 = \text{coefficient de transfert thermique} [\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$K_1 = \text{coefficient de transfert thermique du 2<sup>ème</sup> ordre} [\text{W/m}^2\text{K}^2]$$

$$C = \text{capacité des capteurs y compris plomberie} [\text{J/m}^2\text{K}]$$

	rendement optique $\eta_0$	$K_0$ [W/m <sup>2</sup> K]	$K_1$ [W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> ]	$C$ [kJ/m <sup>2</sup> K]	$C$ [kg eau/m <sup>2</sup> ]
valeur moyenne	0.95	5.6*	0.012*	21.1*	5*
intervalle confiance à 95%	$\pm 0.03$	$\pm 1$	$\pm 0.01$	$\pm 5$	$\pm 1$
Tests officiels Rapperswill	0.83	3.6	0.012		

\* y compris plomberie

figure 2: tableau des résultats

On constate que nos résultats, mêmes s'il étaient corrigés en tenant compte de la plomberie ( $K_{\text{plomberie}} < 1 \text{ [W/m}^2\text{K}]$ ), seraient supérieurs à ceux mesurés par le technikum de Rapperswill, en ce qui concerne  $\eta_0$  et  $K_0$ . Cela est certainement dû aux conditions de mesure ( $\Delta T_{\min} > 30\text{K}$ ) et à l'extrapolation qui nous est par conséquent imposée. Des mesures dans des conditions plus appropriées seront effectuées au printemps prochain afin de déterminer ces différentes valeurs de manière plus précise.

De manière plus générale, les mesures effectuées du 1<sup>er</sup> juin 1997 au 31 mai 1998 nous ont permis de tracer le diagramme entrée-sortie des capteurs (fig.3).

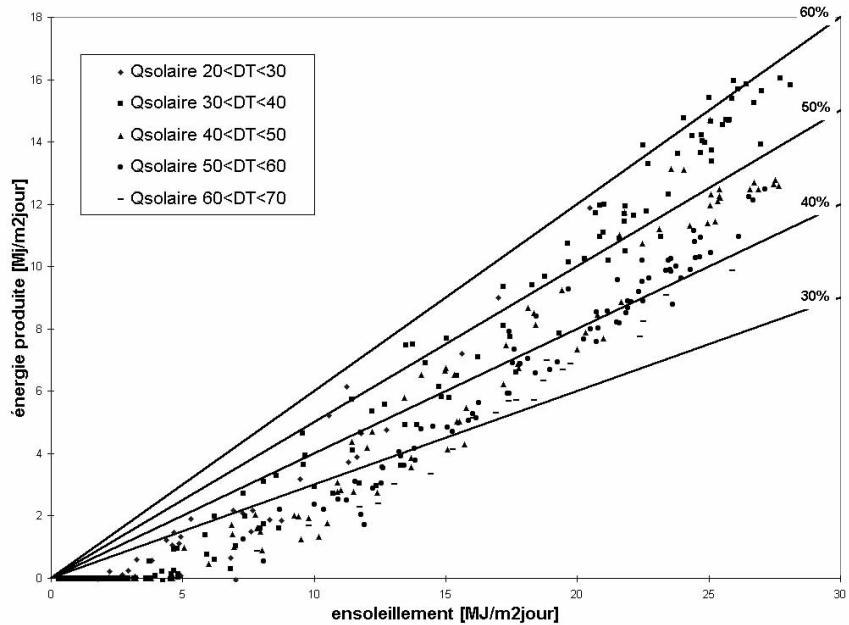


Figure 3 : diagramme entrée- sortie quotidienne des capteurs

Le rendement journalier du système solaire, directement dépendant de la température de la cuve, est supérieur à 50% en été lorsque la température de la cuve est maintenue inférieure à 60°C, par évacuation du surplus de chaleur dans le stockage en terre. Il se maintient entre 30% et 40% en automne lorsque la température de la cuve dépasse les 60°C et que le  $\Delta T$  (Tabs-Text) dépasse les 50K. Ces valeurs sont excellentes et montrent le bon fonctionnement du système.

#### *Stockage saisonnier*

Le stock en terre permet l'évacuation des excédents de chaleur produite lorsque la température moyenne de la cuve est considérée comme trop élevée (fig. 4 ).

Cette chaleur n'a cependant jamais été récupérée de manière active pour la chauffage de la maison.

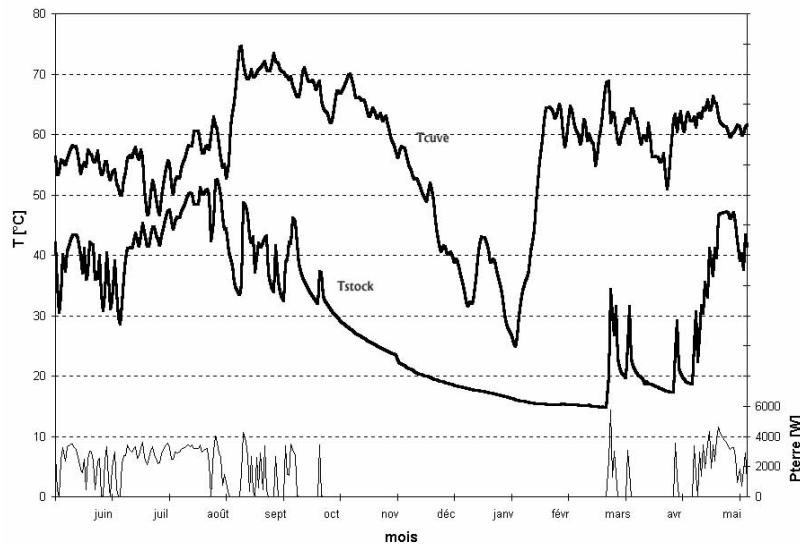


Figure 4: évolution des températures et de l'énergie stockée

### Bilan énergétique de l'installation solaire

Il est possible d'établir le bilan énergétique de l'installation sur une période d'une année du 1<sup>er</sup> juin 1997 au 31 mai 1998 (fig.5).

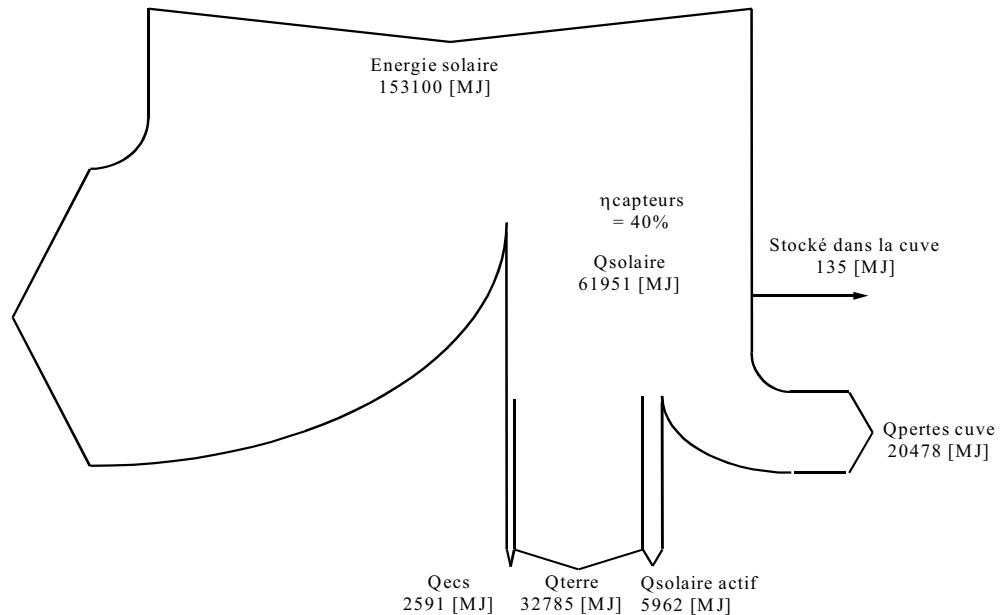


Figure5 : diagramme énergétique

Ce bilan annuel nous permet de faire les remarques suivantes:

- On a un rendement moyen de 40% sur l'année et toute l'eau chaude sanitaire (Qecs) a été fournie par le solaire.
- La plus grande partie de l'énergie solaire captée (Qsolaire) a été introduite dans le stock en terre (Qterre).
- Les pertes du stockage à eau intermédiaire (Qpertes cuve), qui représentent environ 33% de l'énergie captée, ont diminué depuis l'isolation de la tuyauterie en contact avec la cuve (ponts de froid). La valeur du facteur K du stock est de 21[W/K] (correspondant à 0.2[W/K100L]).

### Chauffage du bâtiment

Les possibilités d'apport de chaleur pour le chauffage sont très diversifiées :

Chauffage actif :	<ul style="list-style-type: none"> <li>-chauffage central au gaz</li> <li>-stock terre raccordé au réseau de chauffage</li> <li>-cuve eau raccordée au réseau de chauffage</li> <li>-cheminée de salon hautes performances</li> </ul>
Chauffage passif :	<ul style="list-style-type: none"> <li>-vêranda</li> <li>-stock terre par diffusion</li> </ul>

Pendant cette première année de mesures, le chauffage central au gaz n'a pas été utilisé et le raccordement du stock en terre au réseau de radiateurs n'a pas été jugé utile par le propriétaire. Celui-ci a préféré brûler des déchets de bois et le chauffage solaire actif n'a été mis à contribution qu'à partir du 8 décembre 1997. On constate cependant que la cuve et le stock saisonnier, par élévation de la température de la cave, contribuent de manière passive au chauffage de la maison. L'indice énergétique de chauffage (bois) est très faible ( 58 [MJ/m<sup>2</sup>an] ).

Le bilan global du bâtiment est la somme de chaque sous-système étudié de manière indépendante. L'erreur de bilan donne une indication sur la cohérence de l'analyse.

On constate sur la figure 6 que certaines contributions doivent être mieux cernées. Les pertes par la toiture, les gains par la véranda ainsi que les pertes par la ventilation seront étudiés de manière plus détaillée au cours de l'hiver 1998-1999.

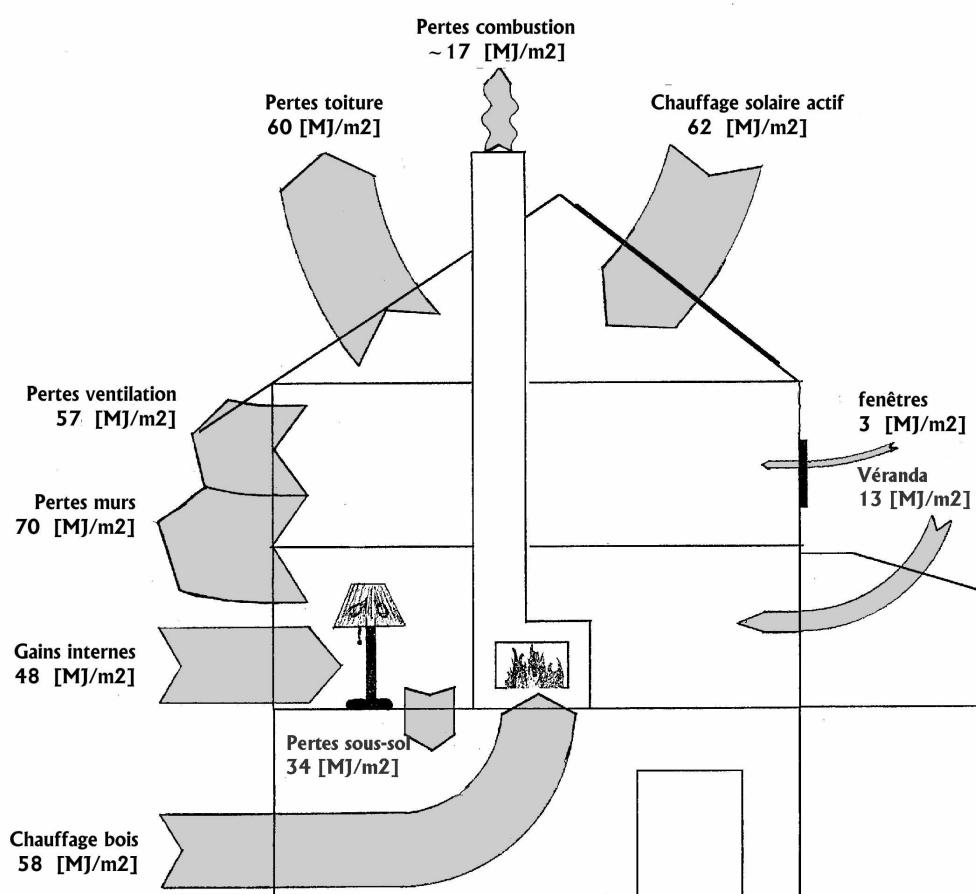


Figure 6: flux de chaleur dans le bâtiment

### **3. Collaborations avec d'autres institutions**

- Une visite d'un groupe de l' AIE en mars 1998.