

## Annexe 6 : accumulateur de chaleur

### I. Description physique

L'accumulateur de chaleur de 11 m<sup>3</sup>, partie centrale de l'installation, est de type tank in tank avec un boiler de 210 litres. Deux échangeurs en cuivre lisse de 4m<sup>2</sup> chacun assurent la transmission de la chaleur venant des capteurs. Une isolation en laine minérale de 240 mm minimise les déperditions (fig. 1).

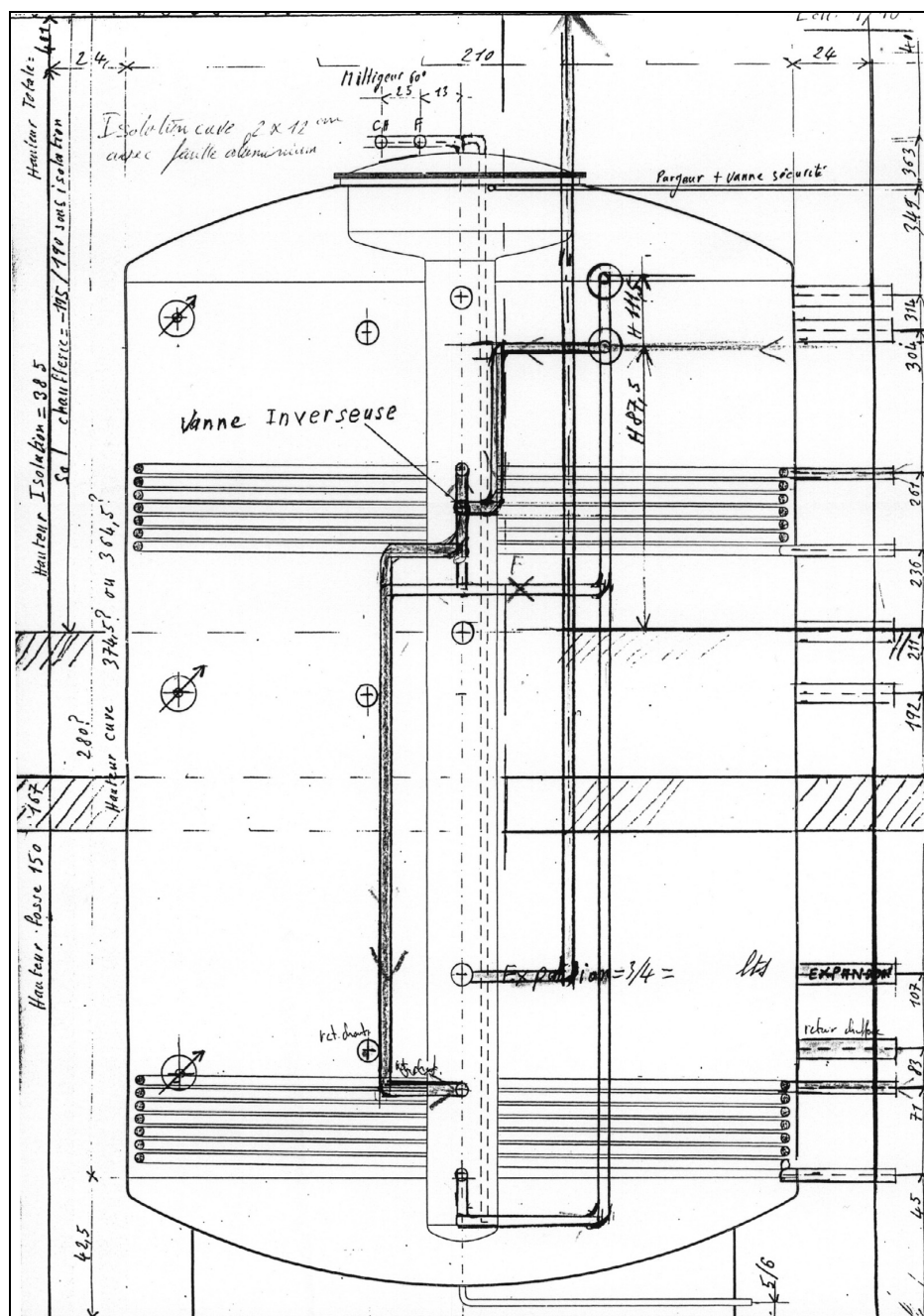


Figure 1 : coupe schématique de l'accumulateur de chaleur

Dans le cas de cette rénovation, la cuve a été introduite dans la cave entièrement terminée (fig. 2) .



Figure 2 : introduction de la cuve dans la cave

## II. Description du fonctionnement

L'accumulateur est traversé par 3 flux d'eau et d'énergie, parfois même simultanément : la chaleur provenant des capteurs (via les échangeurs) et l'eau chaude en direction des radiateurs et (ou) du stock en terre. La stratification de la cuve est perturbée de manière différente s'il s'agit d'un échange purement thermique (boucle solaire, via échangeurs) ou d'un flux d'eau (radiateurs et stock en terre). L'analyse de la stratification est donc rendue complexe et le type de mesures effectuées sur le stock ( 6 températures de contact ) sont limitées puisque nous n'avons pu intervenir qu'après la pose de la cuve. La figure 3 illustre les transferts de chaleur et d'eau dans la cuve pour le 16 mai 1999.

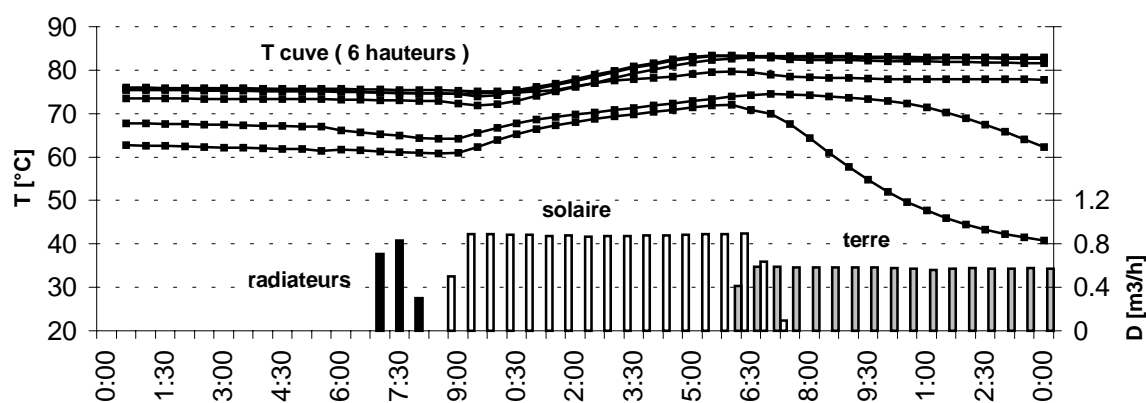


Figure 3 : transferts de chaleur et d'eau dans la cuve le 16 mai 1999

L'écart de température entre le bas de la cuve (60 à 40 °C) et le haut (75 à 83 °C) est toujours resté supérieur à 15 °C. Le flux de chaleur envoyé dans les radiateurs au petit matin ne se traduit que par une légère baisse de la température à l'endroit où le fluide retourne dans la cuve. Les apports solaires, importants par cette belle journée, activent séparément les deux couches d'eau correspondant aux deux niveaux d'injection de la chaleur, avec un écart constant de 10°C entre ces deux couches. Malgré les 10 heures de fonctionnement des collecteurs, aucun brassage physique d'eau n'est possible grâce à l'utilisation de deux échangeurs internes superposés. Enfin, la mise en route du stockage en terre se traduit instantanément par la chute de température de la couche d'eau située au fond du stockage, là où revient une partie de l'eau circulant dans les sondes en terre. La température au niveau 2 baisse seulement quelques heures après, quand la couche d'eau située en dessous (environ 1 000 litres) a été entièrement remplacée par de l'eau ayant circulé dans les sondes souterraines.

### III. Évolution des paramètres sur la période de mesure

La figure 4 illustre l'évolution de la chaleur soutirée à l'accumulateur (ou perdue par celui-ci). La somme de toutes les couches est équivalente à l'énergie solaire produite.

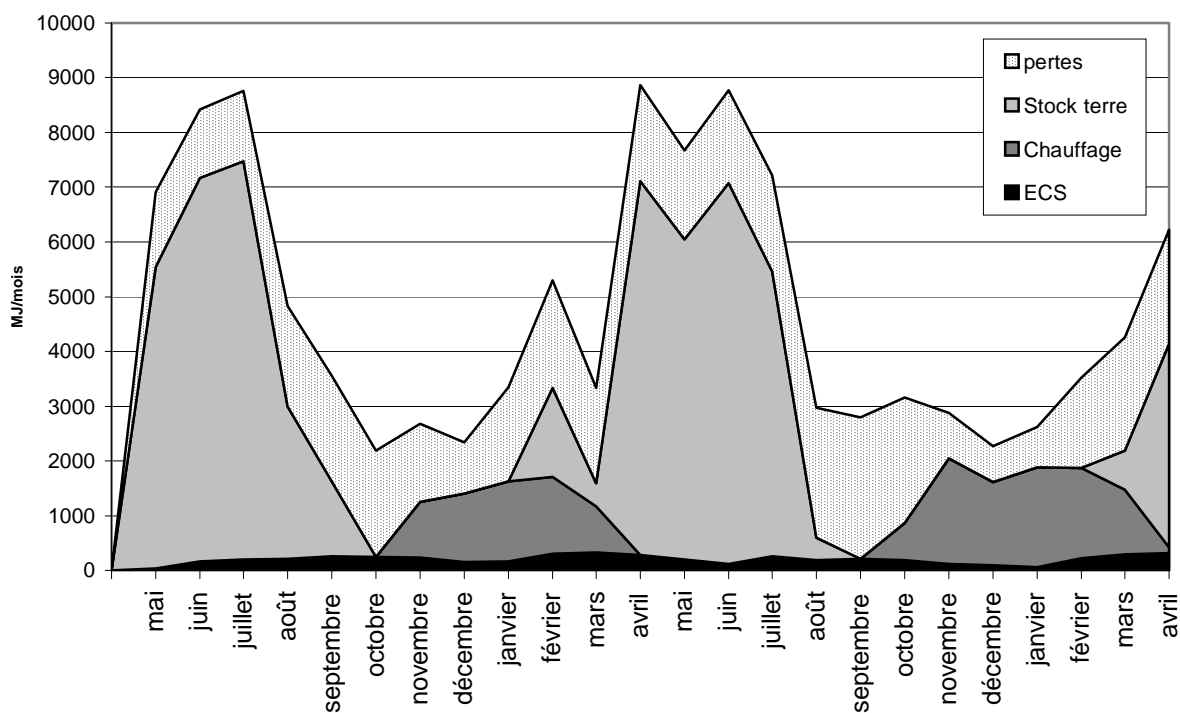


Figure 4 : évolution des chaleurs pendant la période de mesure 1997 - 1999

Mis à part le début des mesures qui correspond à la mise en route de l'installation, les 2 cycles annuels se ressemblent dans l'allure générale.

La contribution de l'eau chaude sanitaire (ECS) fluctue peu et les variations reflètent autant les différences de température de l'eau froide (minimum en février) que la présence des occupants.

Le chauffage solaire des locaux a lieu pour les deux années du mois de septembre jusqu'au mois d'avril. Cependant, la puissance moyenne pendant la période de chauffage n'est que de

600 W. Le complément pour atteindre la température de confort est donné uniquement par la cheminée fermée du salon.

De grandes quantités d'énergie sont injectées dans le stock en terre durant tout l'été et également dès le début du printemps (et même dès février lors de l'hiver ensoleillé 1998).

Aucune chaleur n'est récupérée activement du stock souterrain.

Quant aux pertes du stockage, obtenues par défaut de bilan, elles sont maximales en automne quand le stockage en eau est porté à une haute température (80°C, voir annexe 7), afin de se préparer pour l'hiver. A cette période, on cesse en parallèle l'injection de chaleur souterraine. Il faut aussi remarquer des pertes non négligeables en hiver malgré la bonne isolation de la cuve.

#### IV. Bilan énergétique

Le bilan énergétique annuel moyen de l'accumulateur de chaleur sur les deux années (1997-1999) nous permet de faire les remarques suivantes (figure 5) :

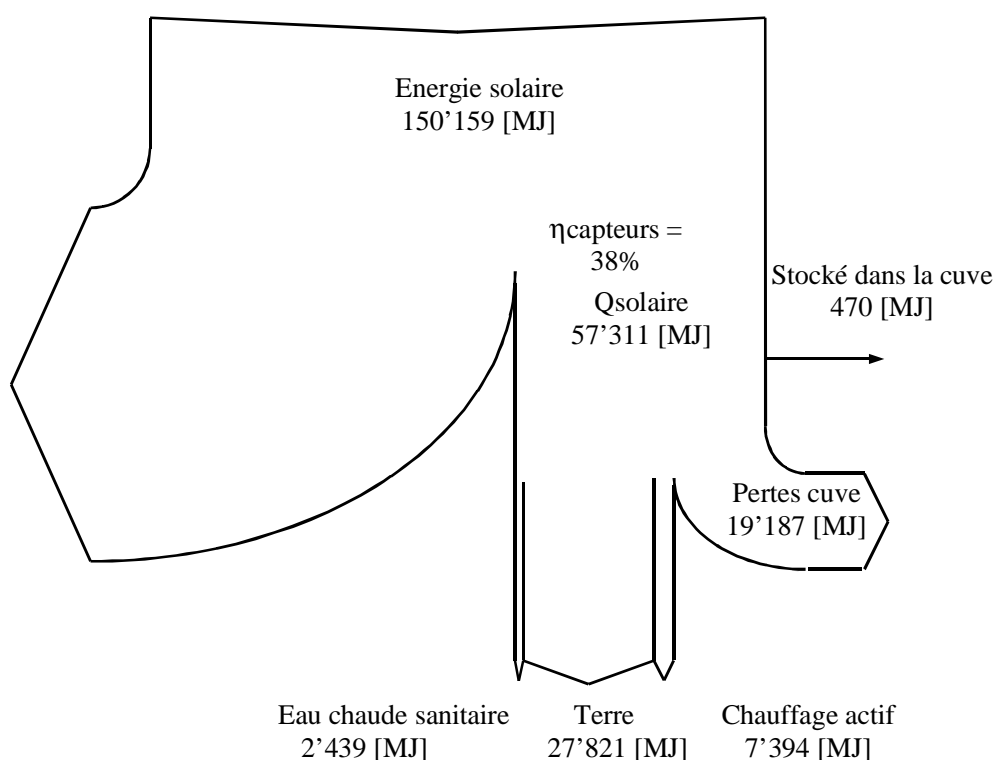


Figure 5 : Bilan énergétique moyen de l'accumulateur (1997-1999)

- Le rendement moyen de la boucle solaire se monte à 38% sur l'année et toute l'eau chaude sanitaire a été fournie par le solaire. La productivité des collecteurs est de 509 kWh/m<sup>2</sup>an.
- La plus grande partie de l'énergie solaire captée (Q<sub>solaire</sub>) a été introduite dans le stock en terre (Q<sub>terre</sub>). Seulement 22 kWh/m<sup>2</sup>an ont été utilisés pour l'eau chaude sanitaire et 66 kWh/m<sup>2</sup>an pour le chauffage solaire actif. La contribution au chauffage par diffusion du stock en terre est difficile à estimer (méconnaissance du système en absence de stock) mais ne permet pas de compenser totalement les pertes entre le rez et la cave.
- Les pertes du stockage à eau (Q<sub>pertes cuve</sub>), représentent environ 33% de l'énergie. La valeur du facteur K du stock mesurée à partir du défaut de bilan et des écarts de température est de 21W/K (correspondant à 0.2 W/K par 100 litres). Elles

correspondent à environ trois fois la valeur calculée sans tenir compte des ponts thermiques, dont l'effet est accentué par le nombre élevé de tubes entrant ou sortant du stockage et par d'éventuelles boucles de thermocirculation.

