

Le stockage thermique par chaleur sensible d'une installation de chauffage solaire d'eau à usage domestique



D. LAFRI

E-mail: dlafri@caramail.com

Division Thermique Solaire, CDER, Alger

Contrairement à de nombreuses sources énergétiques traditionnelles, l'énergie solaire est caractérisée par une forte discontinuité dans le flux de l'énergie fournie : ceci est dû aussi bien à l'alternance du jour et de la nuit et qu'aux passages de nuages pendant la journée.

De plus, il existe pour de nombreuses applications, un décalage temporel entre la demande et la disponibilité d'énergie que seul un système de stockage adéquat peut résoudre afin de satisfaire la quantité de chaleur utilisée.

En effet, le développement des systèmes d'accumulation d'énergie thermique du point de vue technique et économique, augmente considérablement la compétitivité de l'énergie solaire par rapport aux combustibles traditionnels. Selon le type d'installation de l'énergie solaire et en fonction de son utilisation, on peut rencontrer des accumulations thermiques sur une échelle saisonnière et sur une échelle journalière, on stocke l'énergie pendant les heures d'ensoleillement de la journée pour la céder ensuite de manière plus homogène et continue pendant toute la journée.

IMPORTANCE DU STOCKAGE DANS LA RÉCUPÉRATION THERMIQUE

Le stockage thermique est un élément essentiel de tout système solaire, les apports et les besoins étant généralement déphasés l'un par rapport à l'autre. Ceci est particulièrement le cas avec les systèmes de chauffage. L'examen d'un tel système à l'échelle de la journée permet de noter qu'en moyenne, le besoin en chauffage augmente la nuit alors que les apports solaires n'existent que le jour.

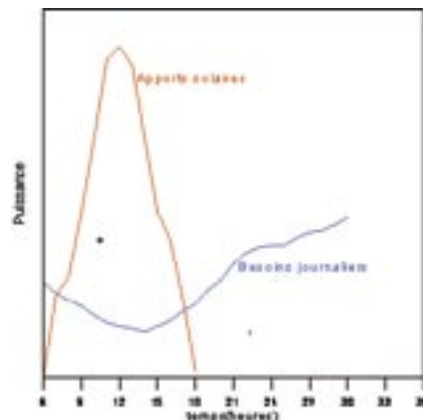


Figure 1 : Apports et besoins sur une journée

Le but du stockage sera donc d'emmagasiner l'excédent marqué (+) afin de l'utiliser la nuit (-), figure 1. Une variation similaire se produit à l'échelle de l'année (figure 2) où l'on note que les apports et les besoins sont pratiquement en opposition de phase. A une échelle intermédiaire entre la journée et l'année, on note aussi que les apports sont généralement en excédent des besoins pendant les périodes de beau temps et inversement pendant les périodes de mauvais temps.

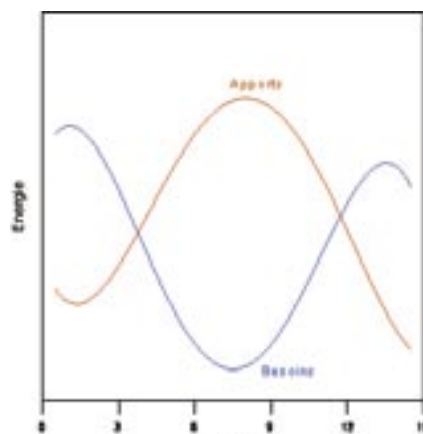


Figure 2 : Apports et besoins sur une année

On distingue, suivant la capacité du stockage :

- Stockage inter saisonnier ou longue durée, lorsque la capacité permet d'emmagasiner l'excédent d'énergie en été pour l'utiliser l'hiver.
- Stockage courte durée, lorsque la capacité suffit à couvrir les besoins pendant la nuit ou pendant les périodes transitoires ne dépassant pas quelques journées.

Le choix de cette capacité est généralement fonction d'autres éléments du système tels que la surface et le type des capteurs solaires, le système de restitution de l'énergie à l'habitat, etc...

Mais, il est aussi et surtout fonction du type de climat. En effet, un stockage journalier est bien adapté aux régions généralement bien ensoleillées ayant des écarts de températures diurnes élevés. Par contre, dans les régions telles que l'Europe du nord, un stockage saisonnier est pratiquement indispensable, les flux en hiver dépassent rarement en moyenne le seuil de fonctionnement des capteurs.

Une capacité de stockage élevée résulte en une amélioration du rendement des systèmes solaires. Ceci s'explique de deux façons :

- Dans une installation à faible capacité, le stockage risque de se saturer au bout d'une certaine durée de fonctionnement et donc de ne plus stocker l'énergie venant des capteurs.
- Lorsque la capacité est faible, la température moyenne de stockage augmente rapidement, ce qui induit une diminution du rendement des capteurs.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

L'installation collective du chauffage d'eau solaire est conçue pour chauffer 400 litres d'eau à 50°C. Cette valeur peut être supérieure ou inférieure selon l'éclairement solaire. La figure montre le schéma de l'installation étudiée.

Elle comporte principalement :

- un circuit primaire :
- un champ de capteurs plans constituant l'élément convertisseur de l'énergie solaire en énergie thermique,
- une cuve de stockage destinée à stocker l'eau chaude,
- un échangeur de chaleur est immergé à l'intérieur de la cuve de stockage.

Ils existent deux sortes de montage :

- le circuit sans échangeur consiste à faire circuler directement sans intermédiaire l'eau du stock dans les capteurs. Les capteurs seront donc soumis plus fortement à la corrosion interne et en outre la protection contre le gel sera très difficile à éviter. L'avantage est sur le plan thermique : pas d'écart de température résiduel entre la cuve de stockage et l'entrée dans le champ de capteurs. L'eau retourne dans les capteurs à la température du stock.

- le circuit avec échangeur impose l'utilisation d'un vase d'expansion et cause une baisse de rendement qui est normalement voisine de 10% lorsque l'échangeur est correctement dimensionné. L'échangeur peut être situé à l'intérieur du stockage (échangeur immergé) ou à l'extérieur.

Toute installation impose l'utilisation des accessoires suivants:

- un circulateur qui devra supporter une température de 100°C et il faut le placer avant le champs des capteurs et éviter même de le déposer au point le plus bas.
- un vase d'expansion qui permettra d'absorber la dilatation de l'eau dans le circuit primaire. On distinguera les vases du type ouvert à l'air libre qui sont de moins en moins utilisés du fait de l'encombrement engendré par le vase et sa tuyauterie de raccordement. Donc on installe de plus en plus souvent des vases d'expansion fermés à membrane sous pression d'azote plus chers, mais ne demandent que peu de tuyauterie. Il est recommandé de placer avant l'isolateur pour éviter une éventuelle détérioration de la membrane car l'eau se trouve plus froide et de lui adjoindre une soupape de sécurité tarée à 3 bars, qui laissera échapper la vapeur en excès si la pression devient trop forte (surchauffe).

- un clapet de non retour sera souvent nécessaire sauf dans le cas où les capteurs solaires sont situés nettement en dessous du réservoir de stockage car le thermosiphon pourra se déclencher la nuit en sens inverse.

- un purgeur en tout point haut de l'installation car les bulles d'air risquent de s'accumuler, gênant ainsi la circulation de l'eau. on distingue des purgeurs automatiques et des purgeurs manuels.

- un robinet de vidange en tout point bas pour faciliter la maintenance de l'installation solaire.

- système d'appoint: Il est clair que si l'on souhaite maintenir en permanence la température de consigne dans le stock dans les périodes sans soleil, cela ne peut être obtenu qu'en associant un système auxiliaire d'appoint.

- système de régulation: Dans les installations solaires, les apports d'énergie sont aléatoires et très irréguliers. En hiver, un capteur apporte de l'énergie au système lorsque le rayonnement qu'il reçoit est suffisant.

Suivant les conditions météorologiques, un capteur peut donc réchauffer ou refroidir le liquide qui le traverse.

L'une des fonctions importantes de la régulation est d'assurer ou d'arrêter la circulation de ce fluide à l'entrée du champ de capteurs plans.



Différents composants de l'installation

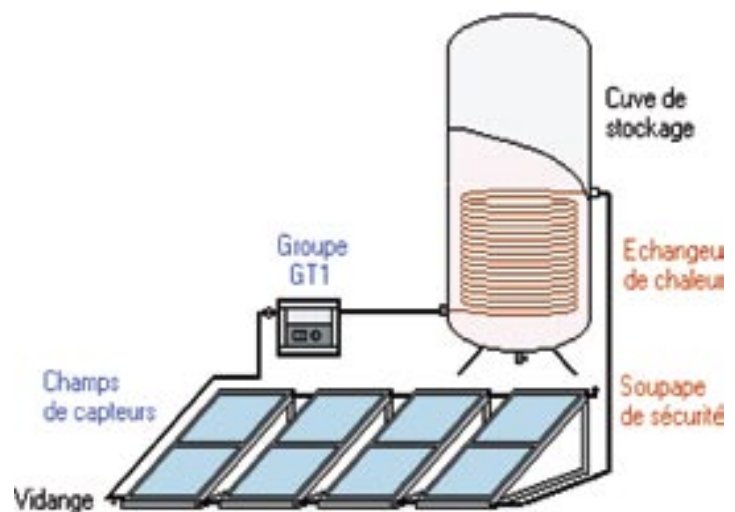


Figure 1 Puissance électrique instantanée en fonction de la vitesse du vent pour l'aérogénérateur Bergey XL1.