

La stratification

Qu'est-ce ?

Chacun sait que l'eau chauffée a une densité plus faible que l'eau froide. L'eau chaude est donc plus légère que l'eau froide. Au sein d'une cuve, l'eau chaude aura donc tendance à se positionner au-dessus de l'eau froide. Cette tendance naturelle permet, entre autre, de soutirer de l'eau chaude d'un boiler avec une transition «eau chaude/eau froide» assez rapide.

La stratification se manifeste par une différence de température entre le haut et le bas de la cuve.

Il faut être conscient que la différence de densité est faible et que si, une fois établi, cet état est stable, il peut être aisément détruit.

Pour d'avantage d'explications, vous trouverez un post intéressant à l'adresse

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=85&postdays=0&postorder=asc&highlight=stratification&start=0>

Quel avantage dans le cas du solaire?

Simple, admettons que vous ayez une cuve de 500 litres dont la température est de 20°. Arrive, alors, 1 heure de soleil :

Si votre cuve ne stratifie pas, vous aurez 500 litres à 24° (quand même un peu frisquet pour une douche)

Si votre cuve stratifie, vous aurez de l'eau à 50°. Bien entendu, pas les 500 litres, peut être 50 litres mais la douche sera confortable. De plus, dans une cuve qui stratifie, la température en bas de cuve (là où se trouve l'échangeur solaire) est plus basse, ce qui améliore le rendement.

Une cuve qui stratifie présente-t-elle des inconvénients?

Oui, admettons que la cuve puisse stocker de l'eau à 90°. Un système bien conçu va interrompre le stockage quand cette température sera atteinte. Si la cuve ne stratifie pas, vous aurez 500 litres à 90°, ce qui représente un certain nombre de calories. Si la cuve stratifie, il n'est pas rare de constater une différence de 20° entre le dessus et le dessous de cuve. En moyenne, vous aurez 500 litres d'eau à une température moyenne de 80° soit un peu moins de 10% de calories en moins.

Notons que cet inconvénient se manifeste en cas d'excès de soleil c-à-d quand le nombre de calories stockées est déjà considérable.

Que faut-il pour qu'une cuve stratifie?

En fait, l'eau va se placer, dans la cuve, en couches de températures différentes (les plus chaudes au dessus). Ces couches s'appellent «strates».

Les strates étant à températures différentes, il y a échange de température entre strates, ce qui détruit peu à peu la stratification (réchauffage de la strate inférieure et refroidissement de la strate supérieure). Cet échange de température sera d'autant plus important que la surface de contact de la strate est grande (c'est-à-dire, d'autant plus important que la section de la cuve est grande).

Pour qu'une stratification aie une chance de s'établir et être conservée, il est couramment admis que le rapport hauteur cuve/diamètre doit être supérieur à 2.

Qu'est-ce qui peut détruire une stratification établie ?

Beaucoup de choses... Lorsqu'on puise de l'eau chaude, celle-ci sera remplacée par de l'eau froide. Il est essentiel que cette eau froide ne soit pas «projetée» à travers les strates ce qui provoquerait un mélange et donc la création d'eau tiède. Un dispositif de brise-jet destiné à répartir l'eau froide à l'horizontale permettra de limiter l'effet néfaste, Plus le débit sera faible, moins la stratification souffrira.

Pour les cuves où les calories sont prélevées via un échangeur, l'eau du dessus de cuve sera refroidie et aura donc tendance à redescendre. Cette descente d'eau traversera les strates les plus chaudes, il y aura mélange et création d'eau tiède (d'où dé-stratification). Un dispositif, guidant cette eau refroidie vers le bas de cuve en évitant tout mélange, préservera la stratification.

Qu'est-ce qui peut favoriser une stratification?

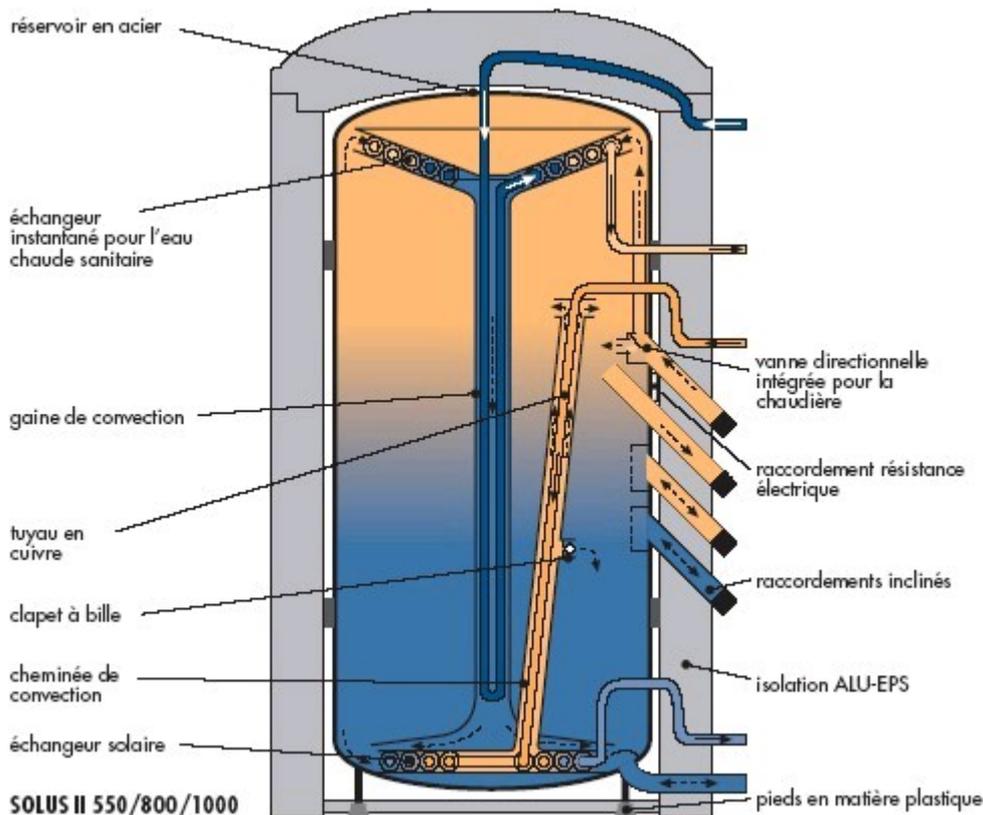
Divers éléments annexes peuvent accentuer la stratification. Analysons-les.

- **Cuve Solus Consolar**

Le premier exemple est une cuve commerciale qui utilise des systèmes de guidage d'eau qui déposent l'eau réchauffée dans le dessus de cuve et qui ramènent l'eau refroidie au niveau de l'échangeur solaire à l'aide d'un conduit synthétique.

Ils ont même poussé l'astuce à faire passer, dans le conduit synthétique, une partie de l'échangeur pour accélérer le mouvement d'eau.

Un superbe exemple à analyser.



L'explication est bien détaillée sur le site

<http://www.consolar.be/Francais/accueil.html>

Suivre «solaire thermique» «réservoir» «solus»

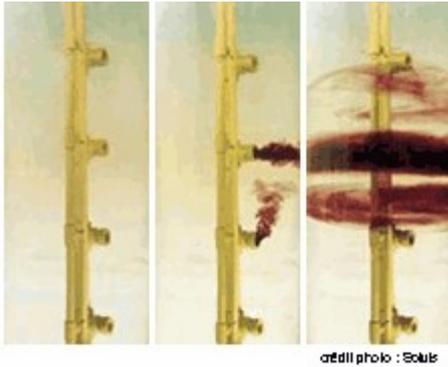
- **Les cheminées de stratification**

Ce sont des dispositifs qui permettent à l'eau chaude de « choisir » son niveau (par comparaison de densité) puis de se mélanger au contenu de la cuve dans la strate adéquate.

Il existe 2 types de cheminée

La première est formée d'un tube qui occupe la hauteur de la cuve et qui est pourvu d'une multitude de T

qui permet à l'eau chaude de rejoindre la strate.



crédit photo : Solis

Ce système a des résultats assez médiocre car elle ne permet aucune diminution de vitesse de l'eau ce qui conduit à un mélange garanti. Une étude détaillée plus tard le prouvera.

Un deuxième type de cheminée, plus élaborée, devrait donner de meilleurs résultats. Elle est constituée d'un tuyau vertical percé d'une multitude de trous et bouchée à son sommet. L'eau arrive, alors, dans un autre tube d'une section beaucoup plus importante ce qui diminue sa vitesse. Ce tube est aussi percé d'une multitude de trous permettant à l'eau chaude d'intégrer la cuve. Ce tube fait office d'ascenseur hydraulique pour rejoindre la bonne strate et ce, à une vitesse amoindrie du fluide ce qui perturbera peu la stratification.

Ce deuxième type devrait être plus performant que le premier.

Manu25 donne quelques explications ici

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=1116&postdays=0&postorder=asc&start=83>

p-bricoleur donne des infos intéressantes (comme toujours) ici:

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=3389&postdays=0&postorder=asc&start=60>

Une autre variante consiste à alimenter la cheminée par le dessus et a été exposé par Ramses ici:

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=3404&postdays=0&postorder=asc&start=74>

La cuve OSKAR

Une cheminée un peu plus étudiée permet, à cette cuve, une stratification qui paraît très efficace.

http://www.aenergy.fr/sp_calore_idraulica.htm

Plateau isolant

Une des raisons de la dé-stratification est la surface de contact entre les strates de températures différentes. Pour diminuer cette surface, on peut placer un plateau synthétique (thermiquement peu conducteur) par exemple au 1/3 de la hauteur. Ce plateau doit permettre le passage de l'eau par un orifice dont la section est relativement faible (disons entre 1/10 et 1/4 de la section de la cuve, pour fixer les idées.). Un système de cheminée permet de placer l'eau chaude au dessus du plateau.

on en parle ici:

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=3745>

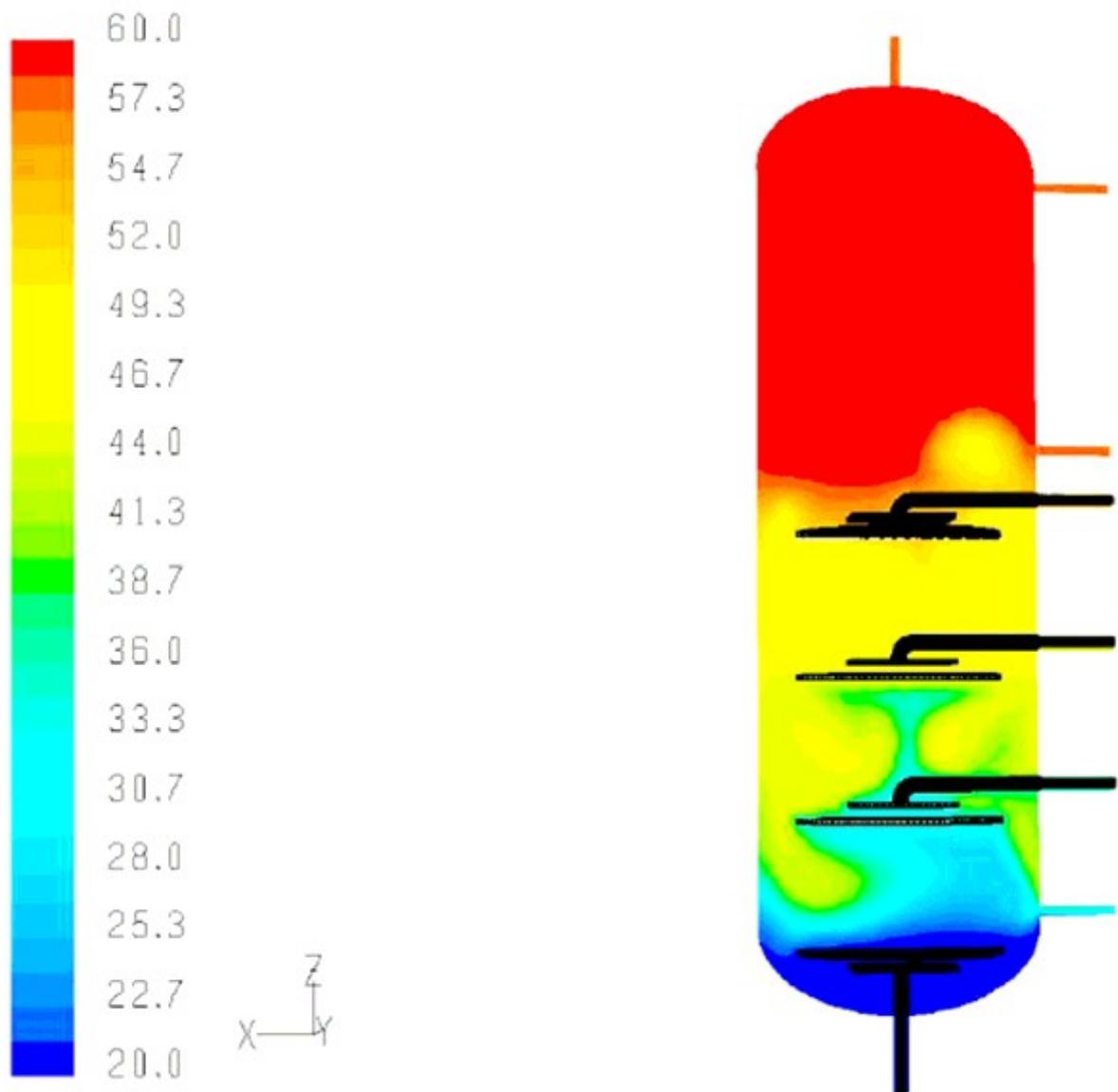
Une autre idée (dans le même post) est un effet similaire obtenu avec la forme de la cuve.

Utilisation de pipes d'admission

On a vu qu'un brise-jet sur l'entrée d'eau froide permettait de ne pas «percer» les strates. Mais pourquoi ne pas analyser un brise-jet plus performant et l'appliquer, aussi, sur l'arrivée d'eau chaude?

Plusieurs de ces brise-jets (appelés diffuseurs) peuvent être placés à différentes hauteurs de cuve permettant d'injecter l'eau chaude près de la strate idéale. Bien entendu, dans ce cas, un jeu de sonde de température permet de connaître la strate dont la température est la plus proche de la température de

l'eau à injecter et une électrovanne sur chaque pipe est nécessaire pour guider le liquide (c'est une sorte de canne de stratification commandée).



- Un travail de fin d'étude où l'on analyse (entre autre) cette situation

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=3745&postdays=0&postorder=asc&start=48>

Bien entendu, une combinaison de plusieurs solutions décrites ci-dessus est possible et assurerait une très bonne stratification. Rien n'interdit, en effet, de placer des pipes d'admissions à différentes hauteurs et un plateau isolant qui garanti une strate inférieure à très basse température.

Je vous recommande l'excellent sujet «stratification principe et solution» (dans la même rubrique) et qui montre comment s'effectue la stratification dans le cas d'un échangeur intégré au ballon.