DESIGN PROJECT – SIE 2017

Xavier Tendon, Sylvain Vitali

Conception, réalisation et optimisation énergétique d'une installation solaire thermique pour le Swiss Living Challenge

Encadrant externe: Pascal Cretton

Responsable EPFL : Prof. Edgard Gnansounou

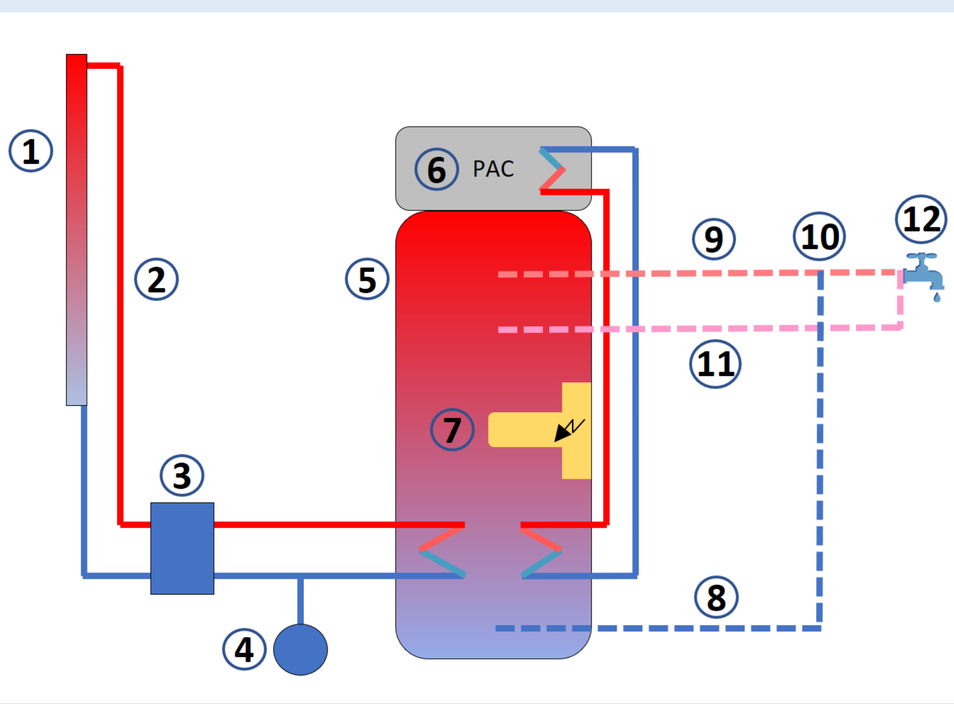
Contexte

Ce Design Project s'inscrit dans le cadre du Swiss Living Challenge, la proposition suisse pour le Solar Decathlon qui se tiendra à Denver en octobre 2017. Le Solar Decathlon est une compétition inter-universitaire mondiale dont le but est de concevoir et de construire un bâtiment à haute efficience énergétique approvisionné uniquement par le soleil. Le projet porte sur l'approvisionnement en eau chaude sanitaire du pavillon, nommé NeighborHub, grâce à une installation solaire thermique. Cette installation est notamment composée d'une pompe à chaleur intégrée au ballon d'eau chaude et de panneaux solaire thermiques (voir description ci-dessous).

Objectifs

- Vérification du dimensionnement de l'installation
- Modélisation sur le logiciel Polysun
- Construction de l'installation solaire
- Mise en service de l'installation solaire
- Paramétrage optimal de la régulation du système
- Analyse du coefficient de performance
- Analyse des coûts de l'installation

Description de l'installation



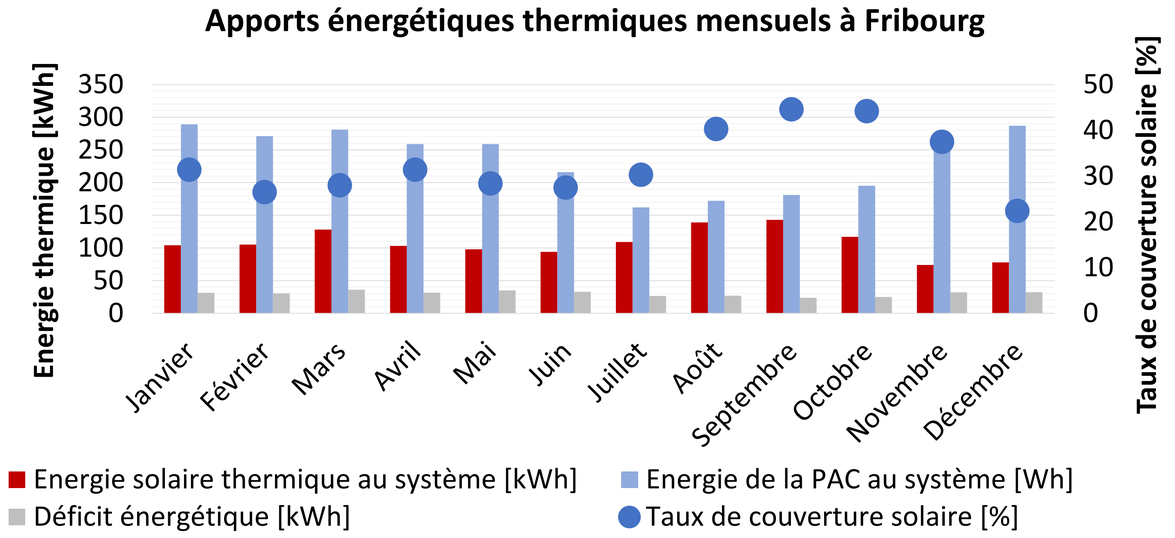
1 Panneaux solaires thermiques
2 Réseau de distribution solaire
3 Groupe hydraulique
4 Vase d'expansion
5 Ballon d'eau chaude Hoval
6 Pompe à chaleur intégrée
7 Corps de chauffe électrique
8 Eau froide sanitaire *
9 Eau chaude sanitaire *
10 Mitigeur *
11 Recirculation *
12 Réseau de distribution sanitaire *

* Non-traités dans le cadre de ce projet

Modélisation

L'installation a été modélisée sur *POLYSUN*. Les apports énergétiques de la PAC* et des panneaux solaires ont été calculés pour les sites de Denver et Fribourg (ci-contre). L'influence de l'angle, de la surface totale des panneaux, de leur température maximum selon l'angle, du volume du ballon, de la position de l'échangeur de la PAC et de la température maximale de l'eau chaude sanitaire autorisée dans le ballon ont été étudiées afin de vérifier les choix faits lors du dimensionnement de l'installation. La modélisation a aussi permis de simuler les réglages du corps de chauffe, de la PAC, de la pompe de circulation du circuit solaire et de la température de sortie afin de trouver les réglages optimaux de l'installation.

*PAC: Pompe à chaleur



Régulation de l'installation

Les consignes logiques des trois régulations de l'installation solaire thermique sont résumées ci-dessous :

$$Régulation\ solaire\ thermique = R_{ST} = \begin{cases} OFF, & T_{ballon_{inf}} \geq 65 \\ OFF, & T_{ballon_{inf}} < 65, \quad \Delta T < 2 \\ ON, & T_{ballon_{inf}} < 65, \quad \Delta T > 6 \end{cases}$$

$$Régulation\ PAC = R_{PAC} = \begin{cases} OFF, & R_{ST} = ON \\ OFF, & R_{ST} = OFF, \quad T_{ballon_{sup}} \geq 45 \\ ON, & R_{ST} = OFF, \quad T_{ballon_{sup}} < 45 \end{cases}$$

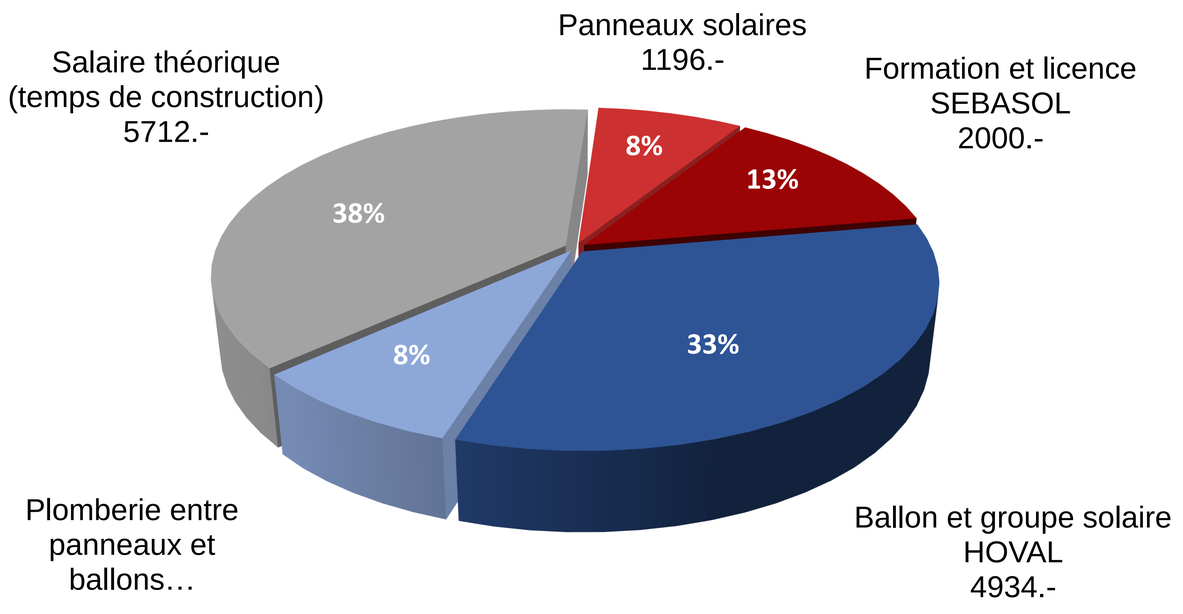
$$Régulation\ corps\ de\ chauffe\ électrique = R_{élec} = \begin{cases} ON, & T_{ballon_{sup}} < 20 \\ OFF, & Sinon \end{cases}$$

Avec : $T_{ballon_{inf}}$ La température dans le bas du ballon d'eau chaude

$T_{ballon_{sup}}$ La température dans le haut du ballon d'eau chaude

$\Delta T = T_{capteur} - T_{ballon_{inf}}$

Coûts



Conclusion

- La construction d'une installation solaire prend du temps; environ 4 semaines à plein temps ont dues être investies.
- La modélisation permet de déterminer précisément l'influence des différents composants de l'installation. Le taux de couverture le moins bon, apparaît lorsque les panneaux solaires sont positionnés en façade. Cette contrainte architecturale a donc un effet néfaste sur l'installation. L'échangeur thermique de la pompe a chaleur à une influence majeure sur l'efficacité de la PAC et aurait dû être placé en haut du ballon et non en bas. Par conséquent, les panneaux solaires sont loin de leur efficacité maximale sur le site de Fribourg.
- Le taux de couverture de l'installation sera optimal lors de la compétition à Denver et s'élèvera à plus de 70 % lors de la compétition.
- Les coûts de l'installation sont plus élevés qu'une installation SEBASOL conventionnelle, à cause des éléments utilisés non-standards (traitement spécial du verre et du bois, ballon avec pompe à chaleur intégrée de la marque Hoval, cadres en aluminium, connexions en acier cannelé)