

Dimensionnement du système de récupération d'énergie géothermique de surface

Fabien BEZ

Le chauffage représente 45 % de nos consommations en énergie finale. Dans le contexte actuel de crise climatique, et plus récemment énergétique, le développement de la géothermie de surface couplée à une Pompe à Chaleur (PAC) comme source de chaleur (et de fraîcheur) apparaît comme incontournable.

La technologie la plus utilisée, la sonde géothermique schématisée Fig.1, est une solution efficace, propre et durable. Le fluide, en circulant dans le tuyau en forme de U récupère (ou fournit) les calories du sol pour les valoriser à travers l'utilisation PAC. Cependant, cette installation nécessite un investissement conséquent, qui freine considérablement son développement. En outre, faute d'étude précise et/ou d'utilisation de modèles analytiques trop simples ces installations ont tendance à être surdimensionnées.

Ce travail a donc pour objectif de dimensionner au mieux l'ensemble du système, sonde géothermique et PAC en prenant en compte la charge thermique du bâtiment afin de réduire le coût d'investissement initial et ainsi rendre cette technologie plus accessible.

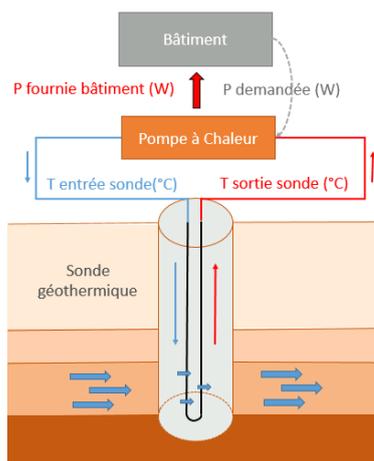


Fig1. Fonctionnement schématisé de la sonde géothermique

La thèse s'intéresse au couplage des trois différents sous-systèmes que sont la sonde, la PAC et le bâtiment. Avant leur couplage, un travail de modélisation fine, dynamique et efficace (en temps de calcul) de ces sous-

systèmes doit être effectué afin de connaître précisément leurs réponses respectives en fonction des conditions auxquelles ils sont confrontés :

1) Simulation du sous-sol : les solutions analytiques pour des cas simples et semi-analytiques pour des cas plus complexes [1] (multicouche) sont très efficaces et fiables. Cependant, lorsque l'on étudie des sols complexes (multicouche avec écoulement, milieu hétérogène, etc.) la solution numérique est plus fiable [2,3]. Le but est double :

1.a) Quantifier l'intérêt et la précision que ces simulations numériques apportent par rapport aux solutions analytiques.

1.b) Réduire leur temps de calcul, en particulier pour des simulations sur le long terme, afin de permettre une compréhension fine et pérenne des échanges de chaleurs qui s'opèrent dans le sol.

2) Simulation dynamique de la PAC et de la charge thermique bâtiment : prise en compte de l'inertie thermique du système et des délais associés ainsi qu'une modélisation du fonctionnement de la PAC pour la détermination d'une température de sortie de la PAC plus proche de la réalité.

La modélisation dynamique de ce dernier système appairé aux simulations numériques du sous-sol devrait fournir une précision très intéressante pour laquelle il faudra tenir compte de la complexité en temps de calcul.

[1] Erol, François (2018). Multilayer analytical model for vertical ground heat exchanger with groundwater flow. *Geothermics* vol. 71, January 2018, Pages 294-305.

[2] G. Brunetti, H. Saito, T. Saito, J. Simunek (2017). A computationally efficient pseudo-3D model for the numerical analysis of borehole heat exchangers. *Applied Energy*, vol. 208, p. 1113-1127

[3] F. Tang, H. Nowamooz (2018). Long-term performance of a shallow borehole heat exchanger installed in a geothermal field of Alsace region. *Renewable energy*, vol. 128, p. 210-222