

## *Conclusion générale et perspectives :*

Réchauffement climatique, hausse du prix du pétrole... Pourquoi ne pas s'équiper avec une solution de chauffage respectueuse de l'Environnement. Les solutions en la matière se sont multipliées, alors c'est le moment de participer à la réduction des gaz à effet de serre et de faire des économies dans le même temps.

Il en ressort de cette étude que les systèmes de stockage de l'énergie thermique solaire par des échangeurs verticaux (sondes géothermiques) est une méthode valide qui permet, avec une quantité de données limitée, d'avoir une première idée sur la faisabilité de tel systèmes. Cette méthodologie facilite ainsi la prise de décision pour leurs réalisations et encourage donc le recours à de tels ouvrages qui respectent l'environnement. Cette approche se caractérise par :

- Diminution des consommations énergétiques ;
- Réduction des émissions polluantes (gaz à effet de serre, ...) ;
- Valorisation de l'énergie solaire : les capteurs solaires peuvent fournir de la chaleur à trois circuits différents (ECS, Plancher Chauffant et échangeurs enterrés).


Les données nécessaires à cette méthodologie sont principalement des informations sur le sous-sol, soit la connaissance de la géologie, de l'hydrogéologie et des propriétés mécaniques et thermiques des sols, ainsi que des informations concernant l'aménagement du territoire et les zones bâtissables.

Au cours de cette étude, on a présenté les résultats de deux simulations. La première est une étude thermique, consiste à suivre les travaux d'Eui-Jong Kim et al [24], qui imposent un flux de chaleur constant aux parois du tube en U. Pour déterminer l'évolution de la température de la paroi de béton de l'échangeur verticale. Ceci nous a permis de valider notre modèle en comparant nos résultats avec les résultats analytique et numérique calculée par Eui-Jong Kim et al [24].

Nous avons ensuite développé une deuxième simulation, dans le but de s'approcher d'avantage de ce qui se passe vraiment dans la réalité. Les mêmes propriétés physiques des différents matériaux, les mêmes propriétés géométriques, et la même qualité du maillage, sont gardé dans cette simulation thermique et dynamique.

Un premier pas dans le comportement des échangeurs verticaux géothermiques ayant été franchi dans de ce mémoire. Cette étude ouvre la voie à de nombreuses perspectives dans le domaine.

Une suite logique à cette étude serait, en effet, l'établissement de cartes de détermination des zones potentiel pour la réalisation des systèmes géothermiques afin d'utiliser la chaleur terrestre sur la base du principe de la géothermie très basse énergie.



Des techniques ont été utilisées jusqu'à maintenant principalement pour couvrir les besoins de chauffage; pourtant un potentiel important existe en ce qui concerne l'usage estival (Géocooling). Des installations pilotes ou innovantes ont été réalisées, mesurées et analysées. En se basant sur les résultats, obtenu dans ce mémoire, il nous paraît évident que se concept de rafraîchissement ne peut être que d'une grande efficacité sous le climat du Sahara algérien qui consomme une énergie importante dans la climatisation, et dont le sol est essentiellement constitué de sable qui se caractérise par une conductivité et une capacité thermique élevés. On propose donc qu'une étude dans ce contexte soit entamée en future.

Nous pouvons espérer aussi que les potentiels énergétiques et environnementaux des PAC qui ont été sous-exploités jusqu'à ces dernières années seront reconnus à leur juste valeur. Les PAC, qui sont à même de valoriser l'énergie basse température et renouvelable contenue dans les éléments tels que l'air, l'eau et le sol, devraient donc devenir un des éléments majeurs dans notre paysage énergétique.

Leur couplage avec d'autres systèmes valorisant des énergies renouvelables comme l'énergie solaire thermique doit également constituer un des axes de recherche de demain afin de favoriser les synergies et les complémentarités.

Pour Examiner de tel système dans l'environnement Algérien, il est souhaitable de disposer d'un mini test de réponse comme par exemple celui de L'EPFL, est d'un terrain avec forage pour faire les testes géothermique nécessaire.

L'étude de l'influence des ailettes internes dans un tube en U utilisé comme échangeur de chaleur enterré afin d'augmenter l'échange thermique est recommandé dans le but d'optimiser le système.

La simulation de l'installation complète, et l'interaction entre ses différents composants, doit être faite, ceci par des logiciels tel que TRNSYS capable de tester diverses configurations tout en assurant une gestion et un contrôle optimal.

Enfin, les améliorations dans ce domaine sont encore énormes et la tâche de promotion et de développement de cette source d'énergie incombe maintenant aux différents intervenants qui sont principalement les pouvoirs publics, les promoteurs, les architectes, les ingénieurs civils et énergéticiens ainsi que les entreprises de construction. Pour cela, les taches sont multiples: il faut qualifier les ressources géothermiques, former les professionnels, il faut dans le même temps générer et accompagner la demande par la sensibilisation et l'information de tous. Et parallèlement, nous devons innover, pour améliorer les performances et diminuer les couts. Autant d'actions pour lesquels il faut fortement s'engagés.