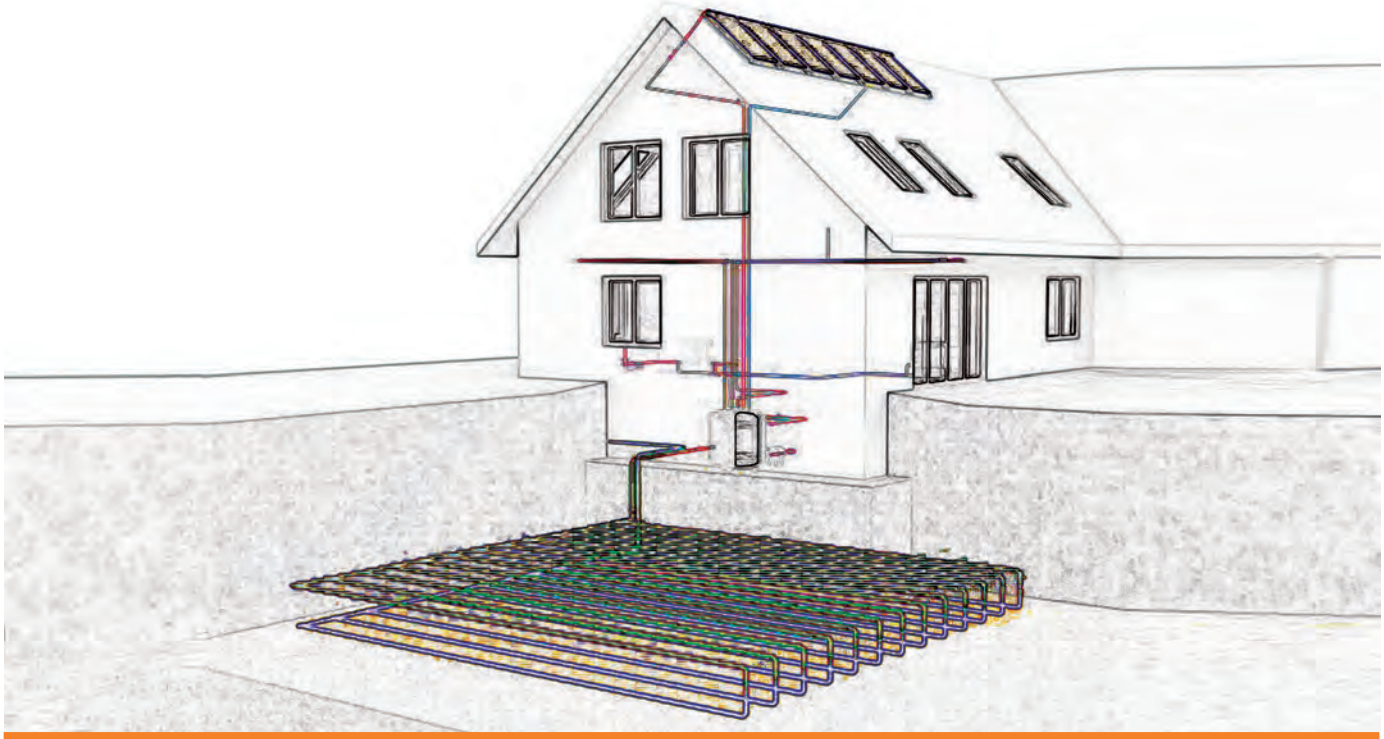


Chauffage et rafraîchissement par la géothermie

OUALI Salima, Maître de Recherche B
Division Thermique et Thermodynamique Solaire et Géothermie
E-mail : s.ouali@cder.dz



Introduction

L'énergie géothermique est l'énergie extraite à partir de la chaleur de la terre pour produire de l'électricité ou fournir directement de la chaleur. C'est une énergie écologique, renouvelable, économique et surtout sans risques pour la santé humaine. Des raisons qui ont permis aux diverses applications géothermiques, notamment le chauffage et la climatisation, de connaître un développement rapide dans de nombreux pays. Cependant, de telles applications restent méconnues en Algérie et bien d'autres pays qui comptent un riche potentiel géothermique. La production de chaleur ou de froid d'origine géothermique consiste à récupérer la chaleur thermique de l'eau ou du sol, afin de l'utiliser dans une grande variété d'applications résidentielles, industrielles et commerciales. Les systèmes géothermiques sont classés en deux catégories distinctes : les systèmes géothermiques profonds (Deep Geothermal Systems) et les systèmes géothermiques peu profonds (Shallow Geothermal Systems).

Systèmes géothermiques profonds

Deep geothermal systems

Les systèmes géothermiques profonds (Figure 1) concernent les ressources ou aquifères géothermiques profonds (Deep geothermal resources and aquifers), on parle alors de géothermie profonde. Dans ce cas, les systèmes conçus ont pour objectif l'exploitation des eaux thermales des nappes aquifères profondes (≈ 1000 à 3000 m) suffisamment chaudes pour être utilisées directement dans des réseaux de chauffage urbain. Le réseau de distribution de chaleur géothermique se compose d'une station (ou centrale), des canalisations et des sous-stations. Les deux éléments principaux dans les systèmes géothermiques profonds sont le doublet géothermique (forage de production et d'injection) et l'échangeur de chaleur.

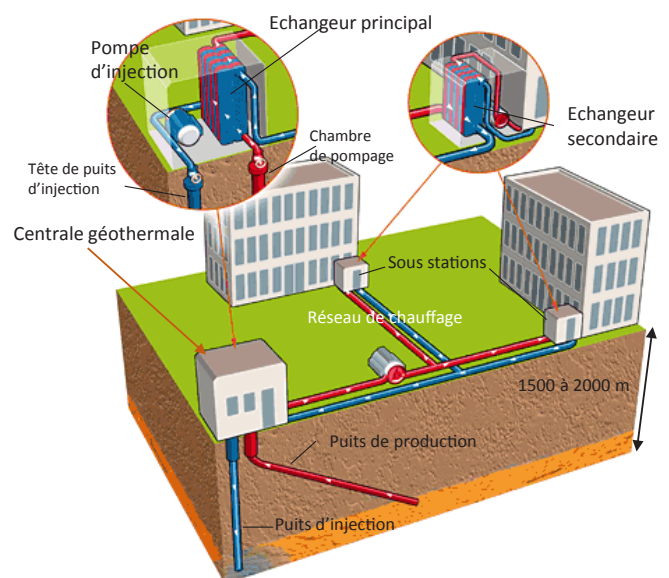


Figure 1. Schéma descriptif d'un système géothermique profond [2].

Le doublet géothermique

Afin d'éviter un déséquilibre dans la nappe d'origine, et d'assurer une meilleure gestion de la ressource, la technique de forage dite du doublet géothermique (un puits de production et un puits d'injection) est généralement utilisée. Cette technique permet de restituer l'intégralité des volumes d'eau extraits au milieu d'origine. Pour des raisons techniques, les deux forages du doublet doivent se trouver proches l'un de l'autre à une certaine distance. Dans certains cas, des puits déviés sont utilisés (Figure 2). Le circuit ainsi formé, véhicule l'eau thermique extraite de la nappe profonde jusqu'à la centrale géothermique grâce au forage de production. Après son utilisation, l'eau thermique est à nouveau réacheminée vers la nappe d'origine grâce au forage d'injection.

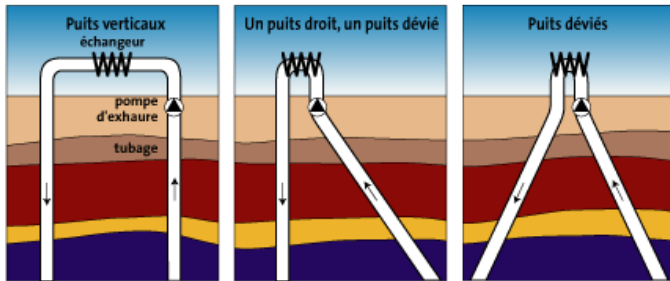


Figure 2. Différentes configurations de doublets [2].

L'échangeur de chaleur

Dans chaque bâtiment ou groupement de maisons raccordé au réseau de chaleur, se trouve une sous-station qui abrite le poste de livraison où l'eau chaude transfère sa chaleur aux installations du bâtiment via un échangeur thermique (Figure 3).

Différents types d'échangeurs sont commercialisés comme les échangeurs à plaques, multitubulaires ou spirales. Dans les applications géothermiques, les échangeurs constitués en titane ou en acier revêtu (inoxydable), sont les plus utilisés pour leur résistance à la corrosion qui peut être causée par les fluides géothermaux.



Figure 3. Echangeur de chaleur, sous-station à Balçova, Izmir, Turquie.

Les canalisations

Des canalisations de transport d'eau chaude issue des systèmes géothermiques permettent la distribution de la chaleur aux utilisateurs et le raccordement au réseau de chaleur (Figure 4). Le fluide dont la température est inférieure à 110 °C est distribué dans le réseau à des pressions de 5 à 15 bars. Le réseau de chaleur comprend généralement deux tuyauteries, l'une pour distribuer la chaleur et l'autre pour le retour du fluide refroidi vers la station. Celles-ci sont déposées à même le sol, ou bien enterrées. Afin de minimiser l'impact des agressions extérieures (soleil, pluie, vent, etc.) sur la tuyauterie, et ainsi réduire les pertes de chaleur et améliorer la performance du système, des tubes avec isolation sont recommandés.



Figure 4. Canalisations d'eau chaude de chauffage urbain en Islande.

Les systèmes géothermiques peu profonds

Shallow geothermal systems

Les systèmes géothermiques peu profonds utilisent la chaleur du sol ou de l'eau des nappes superficielles comme source d'énergie, on parle alors de géothermie superficielle. Ce type de systèmes est le plus répandu dans le monde et les domaines d'application comprennent le chauffage et rafraîchissement des logements individuels, collectifs ou tertiaires. Les systèmes géothermiques peu profonds nécessitent l'association d'une pompe à chaleur (PAC) et des capteurs ou sondes pour capter la chaleur du sous-sol.

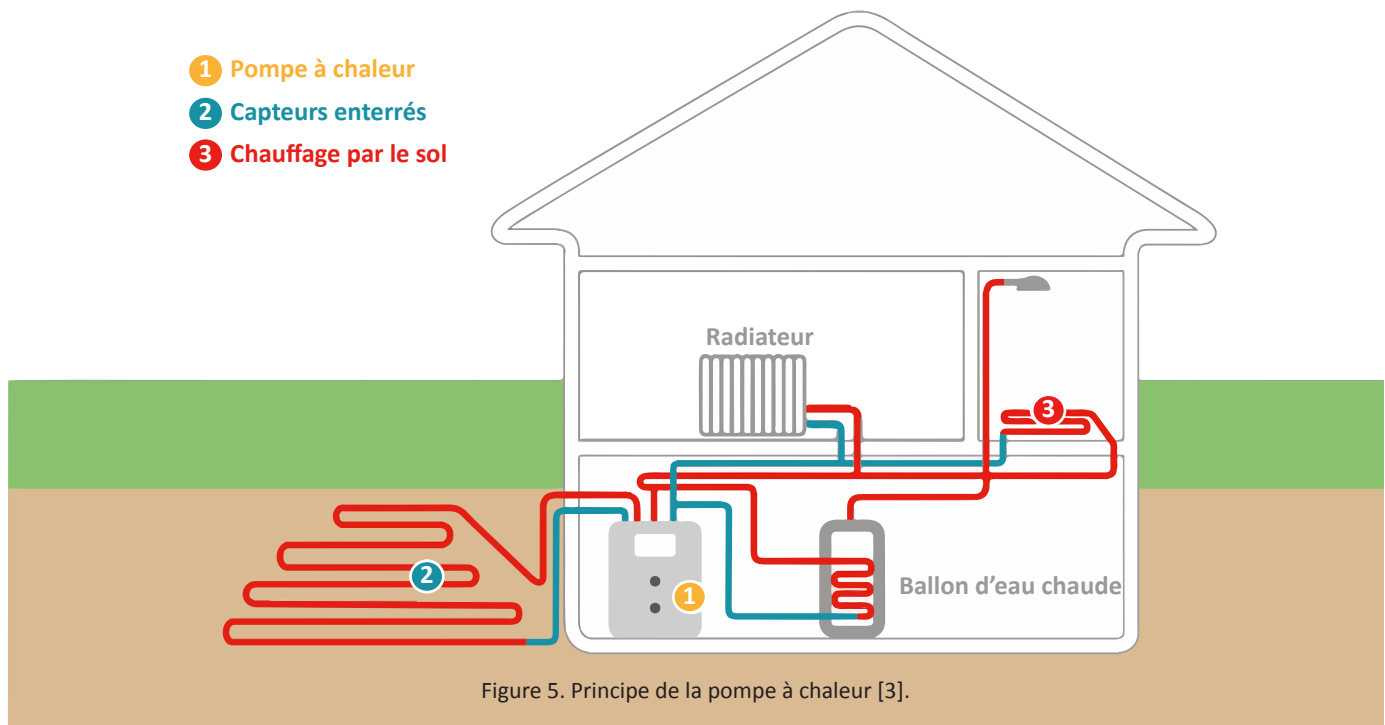
La pompe à chaleur

La pompe à chaleur (Figure 5), utilise le cycle thermodynamique pour puiser la chaleur présente dans la terre, l'eau ou l'air. Le capteur va transmettre la chaleur puisée du sol vers l'espace à chauffer en alimentant un émetteur ou circule un fluide caloporteur (plancher chauffant, radiateur ou ventilo-convecteur). Les PAC sont principalement utilisées pour élever la température de la source de chaleur grâce au fluide frigorigène qui est, généralement composé d'eau glycolée. Quelle que soit la source de chaleur naturelle utilisée, il existe une pompe à chaleur adaptée. En géothermie, les PAC utilisées sont :

- PAC eau/eau : aussi appelée PAC à fluide intermédiaire. Dans ce système, de l'eau glycolée circule dans des capteurs et transmet les calories récupérées du sol au circuit émetteur contenant de l'eau (plancher chauffant, radiateurs, ventilo-convecteurs, etc.).
- PAC sol/eau : aussi appelée PAC mixte. Dans ce système, un fluide frigorigène (gaz) circule dans des capteurs et transmet les calories récupérées du sol au circuit émetteur contenant de l'eau (plancher chauffant, radiateurs, ventilo-convecteurs, etc.).
- PAC sol/sol : aussi appelée PAC à détente directe. Dans ce type de pompe à chaleur, le fluide frigorigène (gaz) circule dans tout le système, dans les capteurs et les émetteurs.

Les PAC sont différenciées par leur coefficient de performance (COP), qui correspond au rapport entre la puissance récupérée et la puissance consommée par la pompe à chaleur. Le COP varie de 3 à 5, au-delà de 3, la technologie est considérée comme rentable et non polluante.

“ L'énergie géothermique est l'énergie extraite à partir de la chaleur de la terre pour produire de l'électricité ou fournir directement de la chaleur. ”



Les capteurs

Selon le type de capteurs utilisé, sont distingués les systèmes géothermiques à boucle fermée et à boucle ouverte (Figure 6).

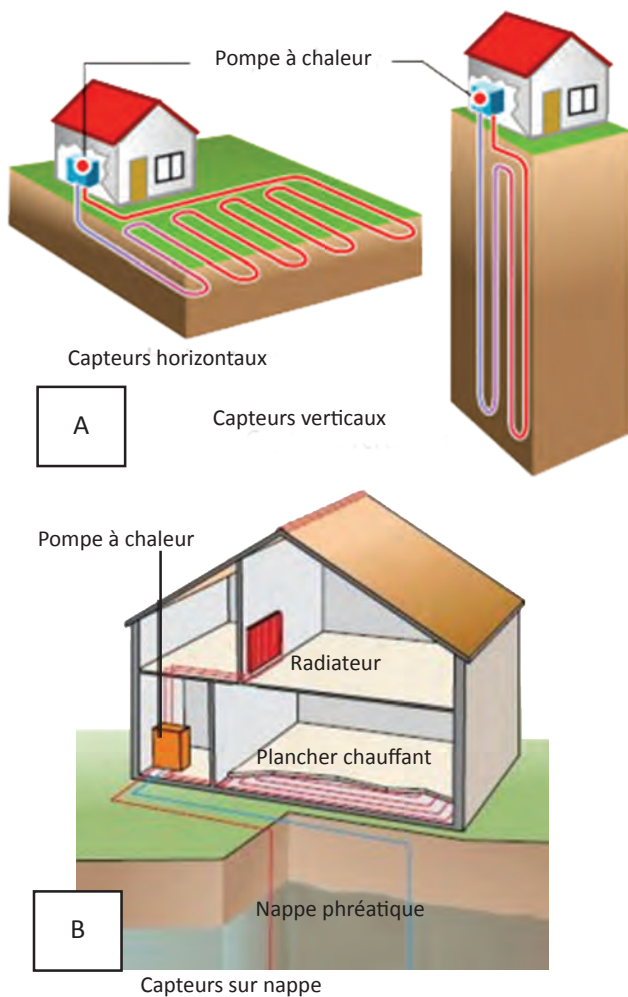


Figure 6. Systèmes géothermiques peu profonds
A. Système à boucle fermée; B. Système à boucle ouverte

Les systèmes à boucle fermée

Dans les systèmes à boucle fermée (A), des capteurs sont placés horizontalement à faible profondeur dans le sol (1 à 2 m de profondeur) ou verticalement dans un trou de forage (50 à 250 m de profondeur). Une solution eau-antigel circule dans les capteurs. Ainsi, la chaleur est captée du sol en hiver et y est libérée en été. Contrairement aux capteurs verticaux, les capteurs horizontaux sont plutôt adaptés pour les habitations disposant de vastes terrains à proximité.

Les systèmes à boucle ouverte

Les systèmes à boucle ouverte (B), utilisent l'eau souterraine des aquifères peu profonds dont la température est constante (12°C) en tant que source de chaleur. Cette technique nécessite deux puits géothermiques (l'un pour le pompage et l'autre pour la réinjection) pouvant atteindre chacun plusieurs dizaines ou centaines de mètres de profondeur. Après son passage par la PAC, la chaleur captée est utilisée pour les besoins de chauffage ou de froid.

Références

1. BRGM. 2018. < <http://www.geothermie-perspectives.fr/image/principe-dun-reseau-chaaleur-geothermique> > accédé en 2019.
2. BRGM. < <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/technique-forage-particuliere-doublet-geothermique-profond> >, accédé en 2019.
3. < <http://www.antibesgenerationvirtuosees.fr/comment-installer-une-pompe-a-chaaleur-eau-eau-2/> > accédé en 2019.
4. J. M. Percebois. 2011. Le guide du chauffage géothermique : Editeur Eyrolles Collection : Les guides de l'habitat durable, Date parution : 04/2011 (2ème édition).

Les types de géothermie

La géothermie est la science qui s'intéresse à l'exploitation de la chaleur naturelle de la terre emmagasinée dans la croûte terrestre. L'énergie géothermique est utilisée dans la production d'électricité et de chaleur. Elle est classée en quatre principaux types en fonction de la température de la source thermique.



— 10 °C

La géothermie très basse énergie

Concerne l'exploitation de la chaleur du sous-sol ou des aquifères superficiels de 0 à 600 m de profondeur, dont la température est inférieure à 30 °C. Elle est principalement utilisée pour le chauffage/climatisation et l'alimentation en eau chaude sanitaire. La technique se base sur l'ajout d'une pompe à chaleur associée à des capteurs ou forages. Elle peut être utilisée en partout dans le monde notamment en Algérie.

— 30 °C

La géothermie basse énergie

Concerne l'exploitation des gisements situés dans des bassins sédimentaires entre 1500 et 2500 mètres de profondeur, dont la température varie entre 30 et 90 °C. Elle est utilisée dans le chauffage d'habitations et certaines applications industrielles.

Elle peut être utilisée au Sahara septentrional algérien (Ouargla, Ghardaïa, Biskra).

— 90 °C

La géothermie moyenne énergie

Concerne l'exploitation des gisements profonds situés dans des régions continentales stables entre 2000 et 4000 mètres ou actives à 1000 mètres, dont la température varie entre 90 et 150 °C. Elle est utilisée dans des applications directes (le chauffage de locaux, le séchage de produits alimentaires, pisciculture, etc.), ou pour la production d'électricité par les systèmes à cycle binaire.

Elle peut être utilisée dans les zones thermales du nord de l'Algérie (Mascara, Ain Defla, Khenchela).

— 150 °C

La géothermie haute énergie

Concerne l'exploitation des gisements profonds situés entre 1500 et 3000 mètres de profondeur, dont la température est supérieure à 150 °C. Elle est rencontrée dans les régions géologiquement actives (zones volcaniques ou sismiques). Le fluide géothermique (vapeur sèche ou humide) est pompé du réservoir géothermique profond vers la surface pour être exploité dans la production d'électricité.

Ce type de géothermie n'existe pas en Algérie

La géothermie profonde (hot dry rock) aussi dite géothermie artificielle

La technique se rapporte à la production artificielle de l'énergie géothermique à partir des roches sèches profondes (ex-granites). Le principe consiste à injecter de l'eau froide sous forte pression dans un forage d'injection. En profondeur, l'eau qui va élargir les fissures dans le massif rocheux par infiltration, va aussi se réchauffer au contact de la roche. L'eau réchauffée est, par la suite, remontée en surface par un puits de production pour être envoyée dans une centrale de production d'électricité.

Ce type de géothermie est toujours à l'état expérimental et n'existe pas en Algérie.