



Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

La géothermie très basse température

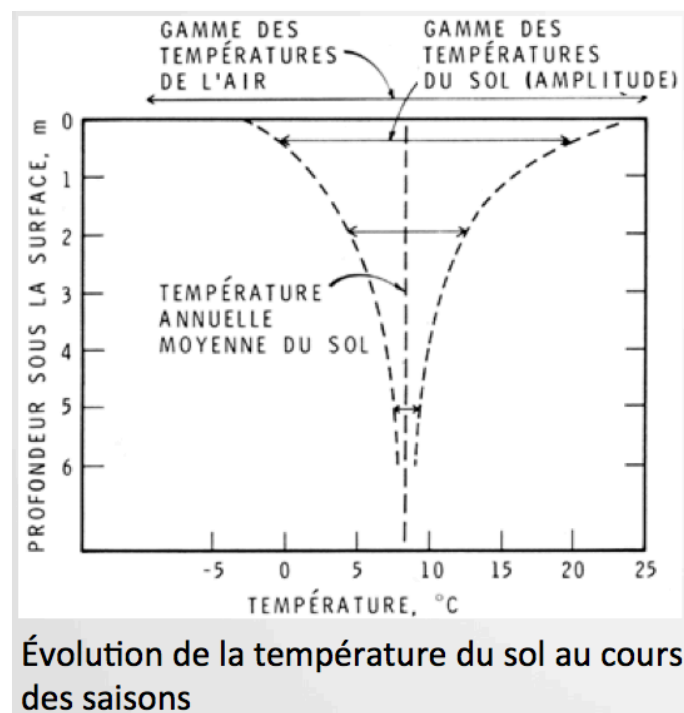
Sandrine PINCEMIN

Enseignante-Chercheuse – EPF Ecole d'ingénieurs-E-S

La géothermie se compose de différentes catégories. On constate qu'il y a quatre catégories principales :

- la géothermie moyenne température et haute température qui sont principalement dédiées à la production d'électricité ;
 - la géothermie basse et très basse température, qui elle est dédiée à la production de chaleur ou la production de froid.
- Pour faire une application géothermique, il est nécessaire d'avoir différents éléments : une boucle géothermique, une pompe à chaleur et un système de distribution.
 - La pompe à chaleur est le système qui est utilisé pour la production de chaleur dans le cadre d'applications géothermiques basse, très basse température.
 - Les applications principales sont le chauffage - dans ces cas-là, la pompe à chaleur est couplée à un système de distribution de type plancher chauffant ou ventilo-convecteur -.
 - On peut utiliser la géothermie pour la production d'eau chaude sanitaire, dans ces cas-là on récupérera de l'eau pour le chauffage ou le préchauffage de l'eau chaude sanitaire.
 - Enfin, on peut utiliser ces solutions : échangeurs géothermiques plus pompes à chaleur, pour le rafraîchissement.

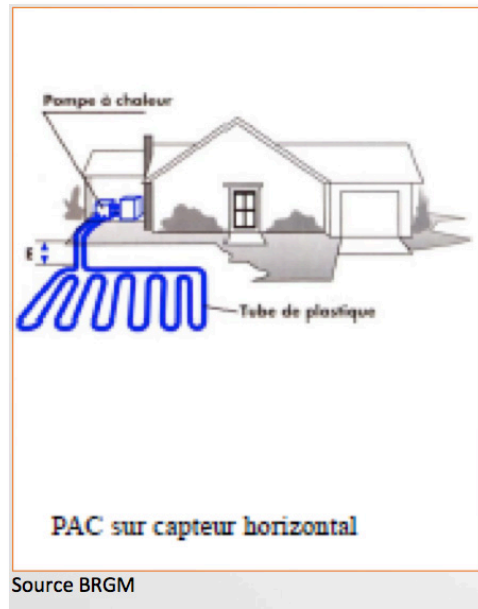
- ⇒ Donc on pourra, dans ces cas-là, imaginer un puisage soit sur l'extérieur, soit dans une nappe phréatique par exemple.
- Les éléments de base pour développer cette installation géothermique, c'est déjà de connaître le sol. Dans quel style de sol on va pouvoir faire notre prélèvement et connaître les propriétés de ce sol.
- Différentes propriétés sont donc à vérifier :
 - la conductivité thermique, symbolisée par le λ ;
 - la diffusivité thermique, symbolisée par le α .
- ⇒ Ces propriétés connues, il sera possible de déterminer le profil précis de température du sol.
- Vous avez, sur le graphe (présenté en bas, à gauche de ce slide), l'évolution de la température en fonction de la profondeur et les différentes courbes représentent l'évolution en fonction des différentes saisons.



- Ce que l'on voit sur ce graphe, c'est qu'en fonction de la saison et en fonction de la profondeur, on va quand même converger vers un niveau de température assez stable.
- ⇒ Au-delà d'une certaine profondeur, la température dans le sol reste à un certain niveau constant.
- ⇒ L'ordre de grandeur est d'environ 10°C.
- Les éléments clés qui vont donc nous permettre de développer nos installations géothermiques et nos installations basse, très basse température, c'est donc la bonne

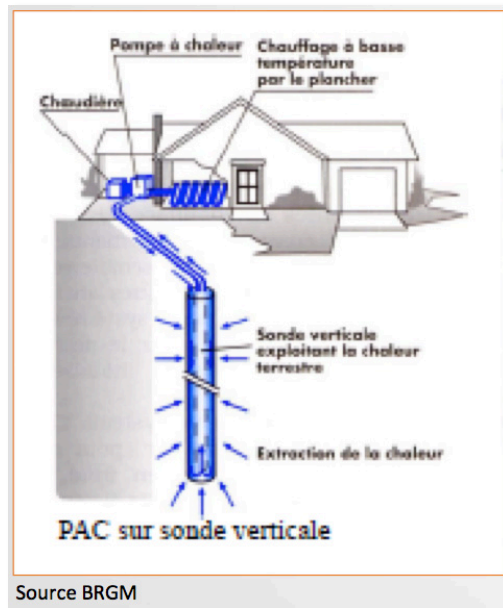
connaissance du sol par le tracé de ce type de profil, la connaissance de la puissance maximale que l'on souhaite extraire de notre installation et la stabilité de ces propriétés.

Au niveau des échangeurs qui vont être utilisés pour récupérer l'énergie présente dans le sol, on peut dans un premier temps pour des applications maisons individuelles, utiliser des échangeurs horizontaux ou capteurs horizontaux.



- Ces échangeurs sont placés à une certaine profondeur entre 0,5 et 3 mètres, la température à cette profondeur va être soumise à différentes variations.
- On est sur des applications que l'on qualifiera plus de type géosolaire que géothermique mais ça rentre bien dans des applications géothermiques.
- Ici, les échangeurs sont constitués d'une nappe de tubes ou de serpentins. On fait circuler un fluide dans ces serpentins. Au fur et à mesure ce fluide se charge et va nous servir de source froide ou de source chaude pour la pompe à chaleur qui servira à la production de chaleur ou de froid en fonction de son application.
- La mise en œuvre nécessite un terrassement et est soumise à certaines normes.
- ⇒ Il est nécessaire de respecter certaines distances en fonction du bâtiment, en fonction du champ de nappes, en fonction des implantations qui sont faites au niveau du bâtiment.
- ⇒ Toutes ces normes sont, bien sûr, spécifiées dans des documents dédiés.

L'autre installation classique pour la production géothermie très basse température, c'est l'utilisation d'échangeurs verticaux ou capteurs verticaux ou sondes.



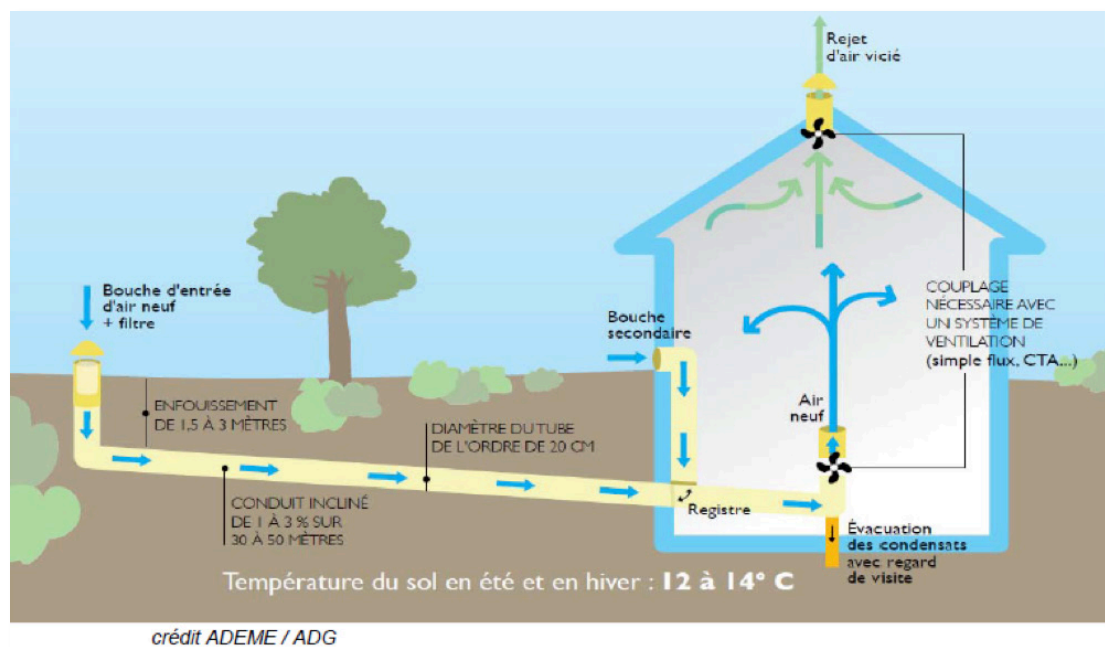
- Ces sondes sont des échangeurs qui sont placés dans le sol à une certaine profondeur.
 - Ici, on va donc bénéficier des propriétés évoquées précédemment, c'est-à-dire une forte stabilité de la température au niveau de cet échangeur.
 - Le principe est le même que précédemment, on a un fluide qui passe au sein de cet échangeur, il se charge et ensuite il est renvoyé vers la pompe à chaleur pour les applications que l'on souhaite faire.
- ⇒ Vous avez à droite du slide, une présentation des différents types d'échangeurs.
- En fonction de la configuration que l'on choisira (U, simple U ou double U), on aura des niveaux d'extractions qui seront beaucoup plus importants.
 - Les applications avec des champs de sondes sont des applications où on arrivera à extraire beaucoup plus d'énergie que dans les applications précédentes, où on utilise des échangeurs horizontaux.

Il existe d'autres variantes de capteurs, ces capteurs sont moins utilisés.

- on aura, par exemple, des corbeilles qui sont utilisées en Allemagne mais très rarement en France ;
 - ou l'utilisation de pieux ou de fondations et qui sont de nouveau très rarement utilisés en France.
- Les corbeilles, c'est une solution intermédiaire, on est sur un mixte entre l'échangeur vertical et l'échange horizontal.
- ⇒ Vous imaginez un système où on a une spirale qui est développée et cette spirale va être implantée dans le sol à des niveaux de profondeur assez faibles (entre 2 et 3 mètres), ce qui nous permet des implantations beaucoup plus simples mais on bénéficie des

propriétés que l'on a pu évoquer précédemment au niveau du champ de sonde, c'est-à-dire des possibilités de puissances extraites qui vont être un petit peu plus importantes du fait d'une surface d'échange un peu plus élevée.

- Au niveau des pieux et des fondations, ici on va utiliser la structure du bâtiment pour récupérer l'énergie.
- ⇒ Un échangeur sera donc placé dans la structure du bâtiment.
- De façon générale, ces solutions ne sont pas forcément privilégiées en France afin de préserver l'intégrité du bâtiment et éviter, en cas de mauvais dimensionnement, une destruction du bâtiment, en tout cas de sa stabilité mécanique.
- Une autre variante, c'est le puit canadien ou le puit provençal.



- ⇒ Ici, on va récupérer l'air pris à l'extérieur, cet air pris à l'extérieur va circuler dans des tubes placés dans le sol (on bénéficiera de nouveau de la stabilité thermique du sol), et cet air va ensuite être injecté dans le bâtiment par le biais d'une ventilation simple ou double flux.
- ⇒ Cette ventilation va nous permettre soit de faire un préchauffage de l'air en hiver, soit un rafraîchissement en été.
- Ce système n'est pas un système comme précédemment permettant un chauffage total de l'installation, on est plus sur un système complémentaire qui va nous permettre de faire des économies au niveau de la facture énergétique du bâtiment.

En termes de dimensionnement, voici quelques ordres de grandeur pour les échangeurs horizontaux et pour les échangeurs verticaux.

- On voit qu'en fonction de la nature du sol, on aura des puissances extraites qui seront différentes.
- Si le sol présente des caractéristiques d'humidité plus importantes, on aura des possibilités d'extractions beaucoup plus élevées.
- ⇒ On remarque qu'un sol saturé en eau a une possibilité d'extraction beaucoup plus élevée que sur un sol sec.
- Au niveau des capteurs horizontaux et verticaux, le choix, si l'on souhaite extraire de fortes puissances, sera sur des échangeurs verticaux puisque la puissance d'extraction va être beaucoup plus élevée.
- Enfin, au niveau des modes de fonctionnement et notamment pour l'utilisation de capteurs verticaux ou de sondes, on est obligés de penser à la recharge.
- ⇒ En effet, de façon naturelle, avec un écoulement d'eau, il sera possible de recharger notre sol et de permettre un équilibre thermique au fur et à mesure des cycles de charge et de décharge.
- Mais s'il n'y a pas d'écoulement ou si la recharge ne se fait pas de façon naturelle, il sera nécessaire de penser à un système de recharge afin de permettre une utilisation au long terme de notre installation géothermique.
- ⇒ Une installation qui peut être utilisée, c'est le couplage avec une installation solaire/thermique, afin de réinjecter de la chaleur dans le sol pour permettre une stabilisation au fur et à mesure des années.
- Si la recharge n'est pas bien optimisée, si aucune recharge n'a été pensée au préalable, les risques que l'on pourra avoir, c'est une dégradation des performances thermiques à court terme.
- ⇒ A long terme, les risques, c'est un endommagement du sol et donc un endommagement au niveau de la structure des bâtiments qui sont connectés à ces installations.