



*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.*

## *Les différents types de géothermie et leur maturité*

**Jean SCHMITTBUHL**

*Directeur de recherche – CNRS*

Alors, la géothermie en fait c'est un sujet vaste et il y a clairement différents types de géothermie. Donc, l'objectif de cette séquence c'est d'illustrer un peu les grands domaines et les grands types de géothermie.

⇒ Il y a ce qu'on appelle la très basse ou basse énergie, jusqu'à la haute énergie.

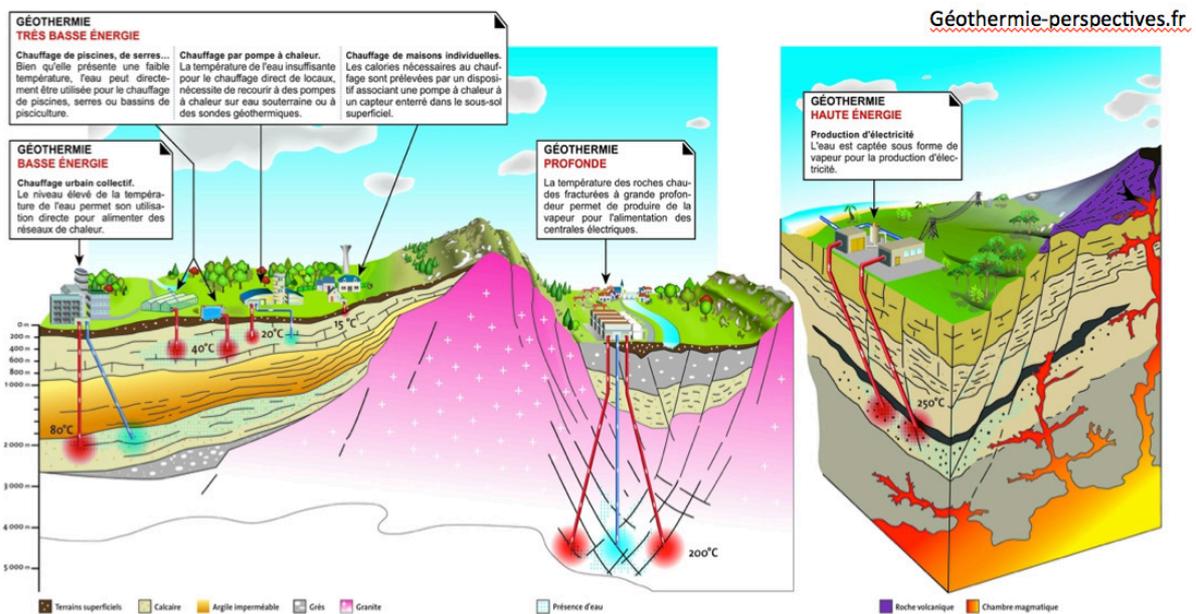
Et puis on abordera un petit peu les points forts et les points faibles pour aller jusqu'à la question de maturité de ces différentes technologies.

Alors, le premier point, c'est de classer un peu tout ça et de voir que – et cette figure est très illustrative pour ça -, de montrer quelles sont les grandes classes de géothermie.

- Alors, je commencerai par la très basse énergie où on cherche à utiliser une ressource à faible température (typiquement une dizaine de degrés, une vingtaine de degrés), c'est typiquement la ressource liée aux aquifères peu profonds dans les premiers mètres du sol.
- ⇒ Et cette grande classe de géothermie, en fait, elle sera utilisée grâce à un amplificateur qui est la PAC (la pompe à chaleur).
- La deuxième grande classe de géothermie, c'est la géothermie basse énergie où on va chercher à utiliser la chaleur directement, pas besoin d'amplificateur, on essaie d'aller

chercher un fluide aux environs de 80°C pour l'utiliser directement dans des réseaux de chaleur.

- La troisième grande classe de géothermie, c'est la géothermie haute énergie et là il y en a deux domaines ou deux types un peu différents.
  - Il y a ce qu'on appellerait la géothermie conventionnelle où on cherche à exploiter l'énergie là aussi directement, sauf que le fluide est à beaucoup plus haute température (de l'ordre de 200°C).
  - Et l'autre grand type non conventionnel où là on peut avoir une température comparable mais il faut stimuler le milieu, le modifier, pour améliorer la perméabilité naturelle qui n'est pas toujours suffisante.



- Alors là vous avez un tableau qui résume un peu ces grandes classes, on retrouve ces trois grands types : la très basse énergie, la basse énergie et la haute énergie.
- Très basse énergie, c'est effectivement pour des nappes profondes et l'utilisation absolue de cette pompe à chaleur qui cherche à amplifier et à extraire la chaleur de cette ressource à basse température pour l'utiliser pour du chauffage ou des situations à températures plus élevées que la ressource.
- Le deuxième type, c'est la basse énergie, l'utilisation directe.
  - ⇒ C'est plutôt pour du chauffage urbain, sur des réseaux de chaleur, ou dans des situations industrielles, voir le thermalisme et là, on a une aquifère qui peut-être profond jusqu'aux environs de 1500 mètres en gros, pour clarifier.
- Le troisième type, qui est plutôt le domaine de la géothermie profonde, là, la ressource est à plus haute température, typiquement au-delà de 150°C.

- ⇒ C'est un tout petit point là-dessus singulier à la situation française, c'est que légalement il y a un seuil à 150°C qui est le seuil entre la ressource dite basse énergie et haute énergie qui est défini légalement dans le Code Minier et donc, la température du fluide à la sortie de l'exploitation est cruciale : 149°C, ce sera une situation légale différente de 151°C.
- Donc à partir de 150°C, c'est la géothermie haute énergie avec ses deux grandes rubriques conventionnelle et non conventionnelle et on va voir que cette haute énergie, c'est principalement pour produire de l'électricité, voire de la chaleur complémentaire et que, en fait, la transition entre ces deux idées de plus en plus floues est que la grande technologie qui a été développée (EGS) dont on va détailler tout à l'heure les principaux éléments, est vraiment à la frontière entre ces deux domaines.

Alors, quels sont les points forts tout d'abord de cette géothermie profonde ?

- C'est évidemment une énergie renouvelable ;
  - Son point très important c'est que c'est une énergie non carbonée ;
  - Sa spécificité, peut-être la plus connue, la plus reconnue, c'est la continuité de la ressource.
- ⇒ C'est une source qui ne dépend pas des conditions météorologiques, comme pourrait l'être le solaire ou l'éolien.
- Et qui a un potentiel quand même relativement important, en particulier en métropole.
  - Un autre aspect qui n'est pas toujours pris en compte, c'est que quand ça fonctionne bien, c'est quand même une ressource qui a une faible occupation foncière, puisque l'ensemble de la ressource est de l'échange et en profondeur, c'est-à-dire sous nos pieds et pas au niveau de la surface.
- ⇒ Et donc une implantation plus restreinte que par exemple le développement du solaire ou en tout cas qui peut être aussi plus limitée - en particulier visuellement -, que l'éolien.
- Donc les impacts peuvent être assez limités. Pas complètement mais assez limités.
  - C'est une énergie locale.
- ⇒ Si c'est une production électrique, évidemment elle peut être transportée mais quand même, il y a une grande composante de chaleur qui est, en général, difficile à transporter.
- Une fois qu'elle est en place, en général les coûts de fonctionnement sont relativement réduits.

Bon comme toute technologie, elle a aussi ses points faibles.

- Le plus important, je crois qu'il faut vraiment bien l'avoir présent à l'esprit, c'est l'importance de l'investissement qui est très conséquent, qui peut être très conséquent, et c'est principalement les forages qui sont des coûts très importants.
- ⇒ L'ordre de grandeur, c'est quand même un forage, on peut dire que c'est de l'ordre de 10 millions d'euros, il en faut souvent plusieurs, ça fait vite des projets ambitieux.
- C'est aussi des technologies longues à mettre en œuvre : explorer, forer, exploiter, souvent c'est plusieurs années (de 6 à 8 ans typiquement).
- ⇒ Donc avec un retour sur investissement qui peut être conséquent.
- L'acceptabilité n'est pas triviale. Il y a des questions de sismicité induite, de radioactivité, de bruit aussi, de pollutions d'aquifères qui sont souvent évoquées. C'est un sujet qui est sensible.
- Le risque est important, en particulier géologique et c'est un point qu'il faut noter, parce que typiquement, récemment, il y a eu un développement majeur de cette technologie, en particulier lié à un processus d'assurance qui a été développé et soutenu par l'État qui a permis de lever ce risque et de faire démarrer des projets.
- Il y a des risques hydrauliques au sens qu'il faut réussir à obtenir des débits importants pour avoir ce retour sur investissement et ce n'est pas toujours facile à définir précisément.
- C'est aussi des technologies qu'il faut faire durer pour pouvoir avoir le retour sur investissement, mais au jour d'aujourd'hui, on n'a pas toujours beaucoup de développement, en particulier sur la géothermie profonde non conventionnelle et donc il y a un manque de maturité de cette technologie.
- Enfin, il faut penser et là il y a des points de réflexion, à intégrer cette production dans le cadre du mix énergétique et peut-être, savoir comment introduire une variabilité dans la ressource, dans l'utilisation, contrairement à ce qu'on pense d'habitude pour cette technologie sur son aspect continu.

Alors, si on reprend notre tableau initial et qu'on essaie un peu de faire le bilan sur la maturité de cette technologie, voilà ce qu'on peut dire de façon simplifiée.

- Bien évidemment il y a du développement dans tous les domaines mais globalement, en très basse énergie, la technologie est mature, on sait faire, on sait reproduire assez facilement.
- En basse énergie, on sait faire aussi, il y a des très bons exemples comme dans le bassin de Paris qui fonctionne depuis très longtemps et on peut dire que la technologie est mature.

- Sur l'aspect haute énergie conventionnelle, l'exploitation sans modification sensible du milieu, il y a aussi maintenant beaucoup de retours et beaucoup de développements existants, donc il y a une maturité de la technologie.
- Par contre, sur le domaine non conventionnel où il est nécessaire de modifier le milieu, en particulier par ces technologies EGS, là il reste encore du travail à faire pour que cette technologie soit mature.