

## L'énergie géothermique

L'homme utilise L'énergie électrique quotidiennement. Elle est généralement produite dans des centrales thermiques par la combustion de matière fossile, sauf que ces dernières emettent une quantité importante des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Et cela m'a poussé à choisir l'énergie géothermique, une énergie durable et moins polluante.

L'utilisation d'énergie propre et durable pour produire l'énergie électrique est l'un des enjeux majeurs de la société moderne. L'énergie géothermie est une énergie presque inépuisable qui peut produire l'électricité en ne dégageant qu'une quantité assez faible de gaz à effet de serre sans laisser aucun déchet après utilisation.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Physique de la Matière), INFORMATIQUE (Informatique pratique).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Energie géothermique</i>	<i>Geothermal energy</i>
<i>Energie électrique</i>	<i>Electric energy</i>
<i>Echange de température</i>	<i>Temparture exchange</i>
<i>Cycle organique de Rankine</i>	<i>Organic Rankine cycle</i>
<i>cycle de Kalina</i>	<i>Kalina cycle</i>

### Bibliographie commentée

Produire l'énergie électrique à partir d'une source propre et moins polluante de l'environnement est l'un des enjeux majeurs de la société moderne. À l'ancienne époque les pays dépendaient plus de la combustion de la matière fossile pour produire l'électricité ce qui engendre une quantité énorme de gaz à effet de serre. Par contre, durant ces dernières années, différents pays cherchent à développer leur production au dépend de l'énergie géothermique, qui assure une production en électricité pratiquement durable et moins polluante. C'est ainsi qu'en 1911 a été créée la première centrale géothermique à Larderello, en Italie. Et cela ne serait qu'un début d'une série de recherches qui donnent naissances à de nouvelles centrales plus développées, le cas des centrales à cycle combiné fondés en 1967, en Russie et en 2006, en Alaska. [1] [2]

D'autre part, il existe trois types de centrales géothermiques celles à vapeur sèche qui représentent le modèle le plus simple, d'autres à condensation qui requièrent une température d'au moins 180°C, et finalement les centrales à cycles combinés qui peuvent accepter même une température de 57°C. Ce dernier type est bien évidemment le genre le plus recommandé, vu qu'on ne peut pas toujours atteindre les profondeurs correspondantes à des gradients de température élevée. [4]

Notre étude se focalisera donc sur la production de l'énergie électrique à partir des centrales à cycle combiné tout en évoquant les facteurs influenceurs des performances et les méthodes d'optimisation afin d'obtenir le meilleur rendement possible.

La température joue un rôle important dans la production de l'énergie électrique, vu que la centrale

thermique fonctionne à base de la différence de température entre la surface et le fond de la terre. La température de la croûte terrestre dépend de la région, par exemple dans des régions volcaniques, on peut atteindre une grande température qu'à peu de mètres en profondeur. Afin de dépendre de la géothermie dans différentes régions du monde, différents cycles sont mis en jeu, les plus utilisés sont : le cycle organique de Rankine (ORC) et le cycle de Kalina, ces cycles servent à transformer l'énergie géothermique en une énergie mécanique qui est ensuite transformée en une énergie électrique par le biais d'un échangeur. [3] [5]

Par ailleurs, ces cycles combinés utilisent un fluide intermédiaire qui est responsable du transfert de chaleur entre la source chaude et la source froide. Ce fluide est un réfrigérant ou un composant hydrocarboné, dont les propriétés sont adaptées aux conditions dans lesquelles la récupération de chaleur est effectuée. Et donc ces fluides peuvent de leur part dégrader les performances des cycles, comme, un bon choix de fluide, peut contribuer à un meilleur rendement. Le fluide de travail utilisé pour une centrale électrique dépend essentiellement du domaine d'évolution de la température de la source chaude et de celle de la source froide. Par définition, un cycle de Rankine utilise de l'eau pure comme fluide et dans un cycle ORC, il est de type organique. L'utilisation d'un mélange binaire de fluides permet d'améliorer les performances du cycle en diminuant les pertes exergétiques entre la source chaude et le fluide du cycle. [3] [5] [6]

Afin d'optimiser les performances de ces cycles plusieurs méthodes peuvent être mises en jeu comme par exemple un bon choix des constituants du cycle (condenseur, échangeur ...), ou même une bonne adaptation du mélange au cours du fonctionnement. [3] [7]

Pour conclure, la géothermie est une des meilleures solutions pour produire l'électricité, protéger la nature et en même temps protéger nos réserves en ressources naturelles pour les années à venir.

## **Problématique retenue**

Le rendement de la production de l'énergie électrique en utilisant la géothermie reste faible, comment pouvons-nous optimiser ce rendement à l'aide d'un bon choix de cycle? Qu'elles sont les performances du cycle de Rankine et du cycle de Kalina sur lesquelles nous pourrions nous baser pour effectuer ce bon choix?

## **Objectifs du TIPE**

Explorer les principes de la géothermie comme substitut énergétique durable pouvant contribuer à la production de l'énergie électrique.

Je me propose de présenter mon travail en présentant les différents types des cycles géothermiques ensuite en analysant les différentes performances du cycle organique de Rankine (ORC) et de celui de Kalina.

Je proposerais aussi différentes stratégies d'optimisation de la production de l'énergie électrique et je finirais par comparer ces stratégies à travers des simulations numériques.

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

- [1] *L'avenir de la géothermie / Dossier (futura-sciences.com)*
- [2] *La géothermie : énergie du futur ? – Climat.net*
- [3] *Modélisation et étude d'une centrale de type Deep Heat Mining pour la mise en valeur du*

*potentiel géothermique profond en Suisse (epfl.ch)*

[4] *Microsoft Word - 154.docx (encyclopedia-energie.org)*

[5] *\*TFE\_SQ010607.pdf (organicrankine.com)*

[6] *Master Thesis - SD090623 (uliege.be)*

[7] *TFE.pdf (uliege.be)*

## **DOT**

[1] *Compréhension de la géothermie, ses avantages, ses difficultés et ses différents types d'exploitation, ainsi que les différentes centrales géothermiques (à vapeur sèche, à condensation, à cycle combiné...)*

[2] *Étude et analyse des différents cycles: le cycle de Carnot , le cycle de Rankine (simple et avec récupérateur) et le cycle organique de Rankine ORC tout en cherchant les facteurs influenceurs des performances de ces cycles*

[3] *Utilisation des diagrammes entropique et enthalpique pour analyser et évaluer le rendement et le travail net de chaque cycle*

[4] *Initiation et étude d'un nouveau cycle, cycle de Kalina, plus précisément le KCS 11*

[5] *Comparaison des cycles de Kalina et du cycle organique de Rankine (ORC), à travers une simulation qui traite la variation de l'efficacité de chacun des cycles en fonction de la variation de la pression de l'évaporateur.*

[6] *L'Ammoniaque étant toxique, recherche de nouveaux fluides permettant d'avoir un rendement similaire au fluide NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O*