



DOSSIER

EnergieÔ Vinzel, un projet de géothermie de moyenne profondeur sur la côte lémanique

Aubonne, le 20 mai 2015

Table des matières

Préambule.....	3
La géothermie, source d'indépendance énergétique.....	4
Trois types de géothermie en fonction des besoins énergétiques.....	4
Le Gradient géothermique.....	5
Les aquifères, sources d'eau chaude souterraines.....	5
L'équation gagnante : $P \times P = S$	6
Les atouts de la géothermie.....	6
Forages, pompages et réinjections.....	7
Les applications en cascade de la géothermie.....	8
La géothermie dans le monde.....	9
En 2012, l'Europe produit 1'672 MW _{él} de puissance électrique.....	10
La Suisse encore trop peu active dans le secteur géothermie.....	11
EnergieÔ La Côte, un projet régional de développement durable.....	12
La Côte possède un sous-sol de très grande qualité.....	13
EnergieÔ Vinzel, le premier site de géothermie de moyenne profondeur.....	15
Le sous-sol de Vinzel.....	16
La parcelle de forage et la centrale géothermique.....	17
Les installations de surface.....	18
Le tracé de distribution de chaleur du site EnergieÔ Vinzel à Eikenøtt.....	18
L'éco-quartier Eikenøtt à Gland, le premier client d'EnergieÔ Vinzel.....	19
Un peu d'histoire.....	20
L'évolution de la géothermie en quelques dates.....	22
Petit lexique de géothermie.....	23
Les partenaires d'EnergieÔ La Côte.....	24
Information.....	25

Préambule

La géothermie, une technique encore méconnue en Suisse

Le projet de géothermie d'EnergieÔ La Côte se concrétise avec la décision de démarrer en première étape avec un projet de géothermie de moyenne profondeur (-2'200 m) implanté sur le territoire de la commune de Vinzel pour le premier site de forage, avant de s'attaquer à un projet de géothermie profonde (-5'000 m), bien plus risqué et coûteux

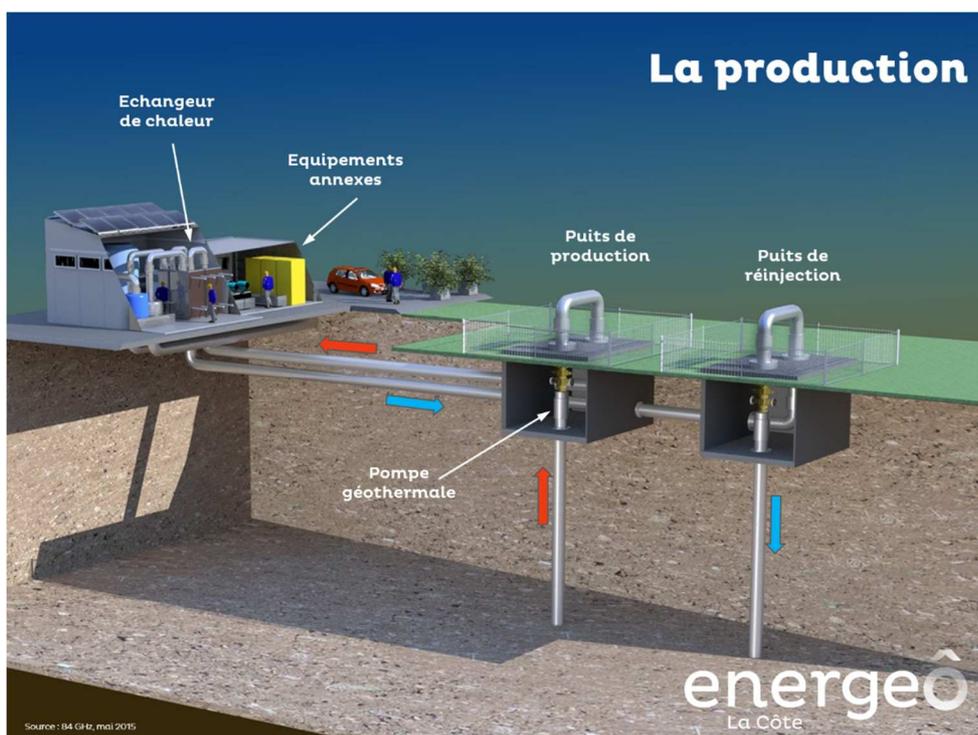
Dans ce contexte, il nous semblait important de fournir une information concrète et objective sur la géothermie. Cette technique d'exploitation de l'énergie provenant des profondeurs de la Terre, dont le 99% enregistre une température dépassant les 1'000°C, possède un fabuleux potentiel. La géothermie, en progression constante en Europe et dans le monde est pourtant encore

sous-exploitée en Suisse. De mauvaises expériences lors de forages géothermiques profonds (env. -5'000 m) à Bâle et à St-Gall, ont terni l'image positive de cette technique d'exploitation de la ressource géothermique permettant de produire de l'électricité et de la chaleur 100% naturelle et sans nuisances pour l'environnement. Des leçons ont été tirées de ces expériences et aujourd'hui les techniques sont maîtrisées.

Concernant le projet géothermique de Vinzel, l'accès, en 2014, aux informations de sismique réflexion des années 70, aux forages avoisinants et aux récentes technologies de traitement des données, a permis aux spécialistes du sous-sol d'envisager d'autres perspectives que la géothermie profonde initialement prévue. Cette décision tient compte des aspects techniques et financiers et de la volonté des partenaires du projet de maximiser les chances de succès. Ceux-ci se laissent d'ailleurs le temps d'analyser les expériences acquises et les résultats du premier site, avant de s'engager dans un éventuel prochain projet de géothermie profonde sur d'autres sites d'ores et déjà investigués sur la côte lémanique.

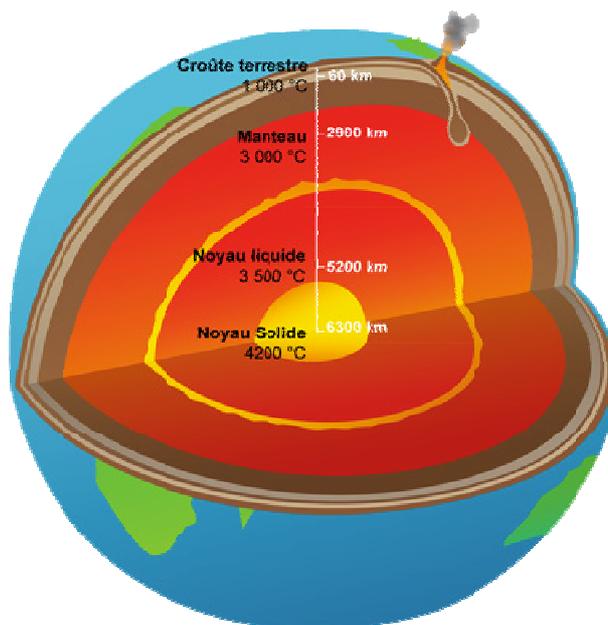
L'objectif d'EnergieÔ à Vinzel est de produire de la chaleur pour alimenter des installations de chauffage à distance pour environ 1'500 ménages. La production effective dépendra du débit de l'eau géothermale et de sa température. Ce premier forage descendra à une profondeur d'environ 2'200 m.

Vous trouverez dans ce dossier les bases nécessaires pour comprendre cette technique de production d'énergie, ainsi que les enjeux environnementaux et énergétiques pour notre pays et pour la région de La Côte dans laquelle nous sommes actifs avec notamment notre premier projet de site géothermique sur le territoire de la commune de Vinzel.



La géothermie, source d'indépendance énergétique

Nous appelons géothermie, signifiant très sym-boliquement chaleur de la terre, l'étude et l'exploitation de l'énergie provenant des profondeurs de la Terre, dont le 99% enregistre une température dépassant les 1'000°C. Sous nos pieds, la terre est chaude, et même de plus en plus chaude à mesure que l'on s'enfonce dans ses entrailles. Ce n'est pas pour rien que les traditions ont placé l'enfer au centre de la Terre. Celui-ci, à 6'000 km de profondeur enregistre une température de plus de 4'000°C. Cette incroyable chaleur qui remonte vers la surface, est principalement créée par la radioactivité des roches, en raison de la désintégration naturelle de l'uranium, du thorium et du potassium qu'elles contiennent.

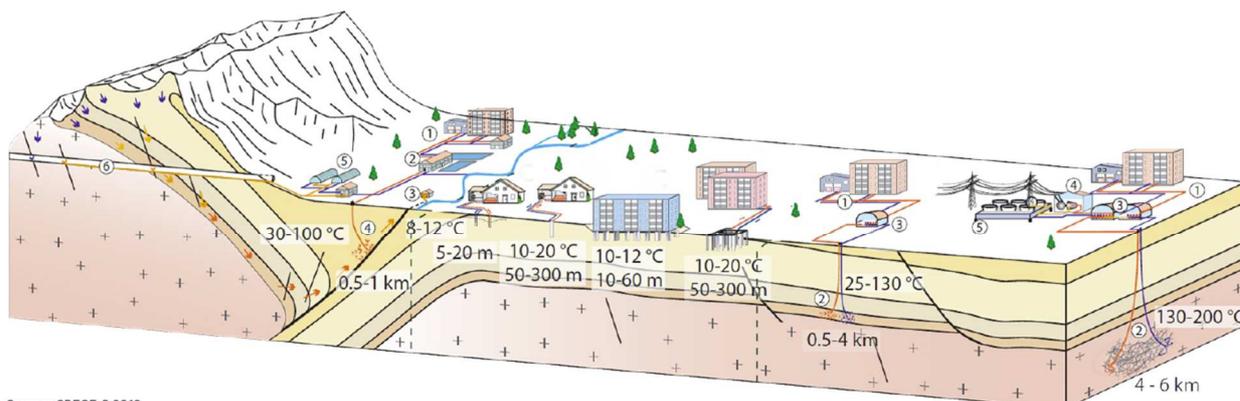


La géothermie utilise une partie de cette énergie stockée dans la croûte terrestre à des profondeurs de 30 m à plus de 5'000 m, pour générer de la chaleur et/ou de l'électricité (voir ci-dessous).

La chaleur du sous-sol, quasiment inépuisable, est capable d'actionner les turbines d'une centrale électrique, mais aussi d'alimenter des installations de chauffage à distance, en exploitant l'eau réchauffée par les roches bouillantes que comporte la croûte terrestre. Sur la base de ce constat, la géothermie a sensiblement gagné en importance ces dernières années et suscite de grands espoirs dans le domaine de l'approvisionnement en énergie. Les experts estiment que la géothermie peut produire à elle seule autant d'énergie que les autres énergies renouvelables réunies, telles que le solaire, l'éolien ou l'hydraulique.

Trois types de géothermie en fonction des besoins énergétiques

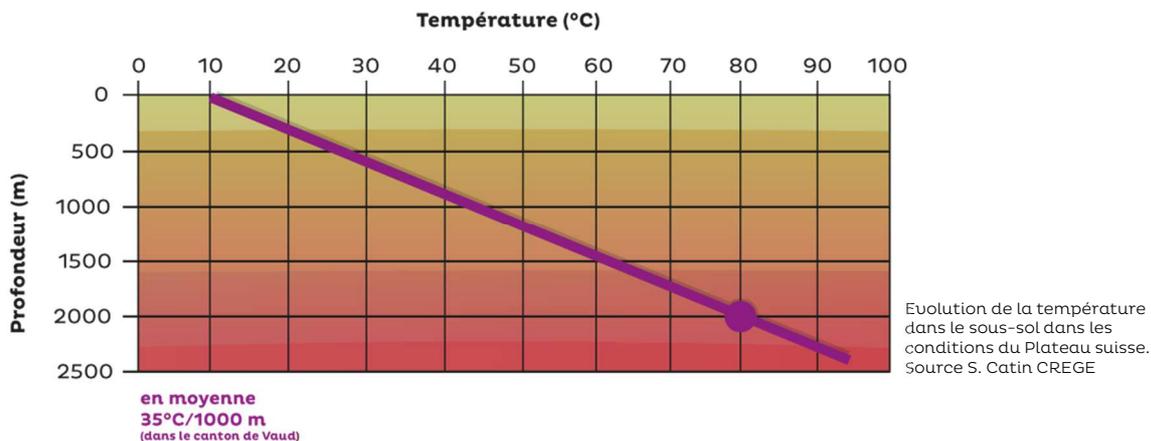
- La géothermie de faible profondeur (de 50 à 300 m) ou à très basse énergie, à températures comprises entre 10°C et 20°C, permet d'alimenter des pompes à chaleur géothermique pour des immeubles et villas.
- La géothermie de moyenne profondeur (de 300 à 3'000 m) ou à basse énergie, à températures comprises entre 20°C et 100°C, permet la production de chaleur principalement pour alimenter des réseaux de chauffage à distance. C'est ce type de géothermie qui est prévu dans le projet d'EnergieÔ Vinzel.
- La géothermie profonde (plus de 3'000 m) ou à haute énergie, à températures supérieures à 100°C, permet la production d'électricité grâce à l'eau surchauffée ou la vapeur qui jaillit avec assez de pression pour alimenter une turbine. Avec la chaleur résiduelle, on peut encore alimenter des réseaux de chauffage à distance.



Source : CREGE, 3.2010

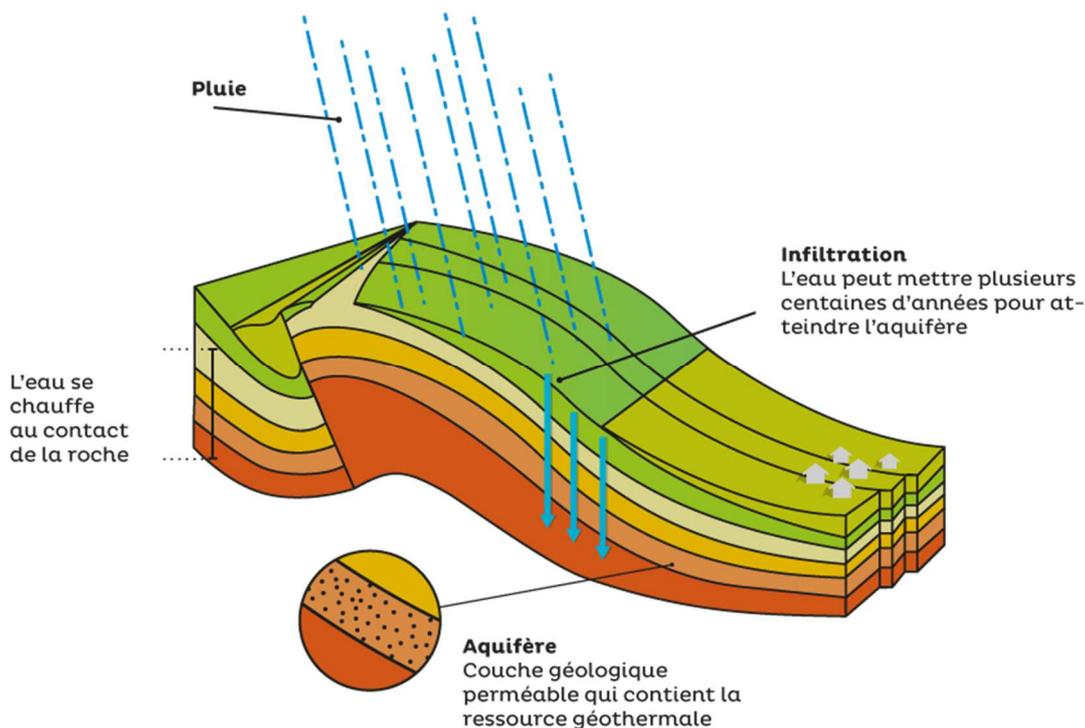
Le Gradient géothermique

La température du sous-sol augmente de façon continue et régulière en fonction de la profondeur. Cet accroissement de température est appelé "gradient géothermique". Il est en moyenne de 3.0°C par 100 m de profondeur. Dans certaines régions du canton de Vaud, et notamment au pied du Jura, les conditions de gradient sont encore plus favorables, avec des valeurs >3.5°C/100m. Il peut bien entendu être nettement supérieur dans d'autres régions du globe, notamment dans les zones volcaniques. La constance du gradient géothermique est une des principales forces de la géothermie.



Les aquifères, sources d'eau chaude souterraines

La croûte terrestre est traversée par des failles, c'est-à-dire des zones de cassure le long desquelles deux blocs rocheux se déplacent l'un par rapport à l'autre. Leurs grandeurs varient de l'échelle millimétrique (on parle alors de fissures) jusqu'à celles en bordure des plaques tectoniques, longues de plusieurs centaines de kilomètres. Ces failles fracturent les roches compétentes et dures en créant des fissures ouvertes propices aux cheminements et circulations d'eaux souterraines alimentées par les précipitations et la fonte nivale qui s'infiltrent sur les reliefs. Ainsi, l'eau météorique peut atteindre des profondeurs de plusieurs centaines de mètres jusqu'à 5-6 km. Les zones fracturées, perméables et remplies d'eau comme des éponges, sont appelées des aquifères. Ceux-ci peuvent être plus ou moins importants selon le volume des zones fracturées, le nombre et l'ouverture des fissures, la nature de la roche et la pluviosité du lieu. Le volume d'eau contenu dans les aquifères, qui peut atteindre plusieurs millions de m³, est appelé "réservoir".



L'équation gagnante : $P \times P = S$

Les paramètres essentiels pour définir la productivité et la qualité d'un aquifère sont :

- sa profondeur, qui déterminera la température de l'eau puisque celle-ci augmente de 30 à 35°C par kilomètre d'approfondissement du forage ;
- sa perméabilité, c'est-à-dire la facilité à laisser circuler l'eau souterraine, qui déterminera la quantité d'eau, appelé aussi "débit d'exploitation", que l'on peut soutirer au réservoir. Ce débit dépend ainsi de la nature de la roche, ainsi que de la densité de fracturation et de l'ouverture des fissures.

Si la température est relativement facile à déterminer en fonction du gradient qui est souvent connu, la perméabilité est plus difficile à prévoir, bien qu'on puisse au moins localiser les formations rocheuses dures et cassantes, ainsi que les principales failles régionales par des investigations depuis la surface (coupes géologiques, sismique réflexion).

Au final, pour tout projet de géothermie, l'équation suivante est déterminante :

Profondeur x Perméabilité = Succès.

La localisation d'aquifères productifs est donc l'élément essentiel pour implanter de manière judicieuse des forages géothermiques et d'exploiter avec succès les réservoirs profonds. Il n'existe pour l'instant aucune investigation de surface pour évaluer de manière certaine la productivité d'un aquifère, même si on arrive à prédire assez précisément la nature des formations rocheuses et la localisation des principales zones de fractures. Des forages d'exploration sont alors nécessaires pour confirmer les prévisions géologiques, mais surtout celles hydrogéologiques, et notamment la perméabilité des aquifères exploitables et leurs débits. Les chances de succès peuvent être optimisées grâce à l'évolution des techniques de forage, dont les axes peuvent être orientés pour couper de manière optimale un nombre maximal de fissures aquifères. Actuellement, ces chances sont donc sensiblement plus élevées qu'il y a 20-30 ans. Grâce à cette évolution et aux constants progrès de la technique, la géothermie est promise à jouer un rôle central dans la production d'énergies renouvelables au 21ème siècle.

Les atouts de la géothermie

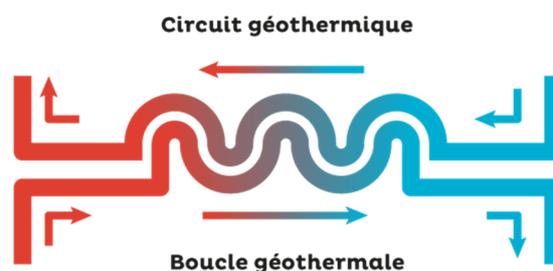
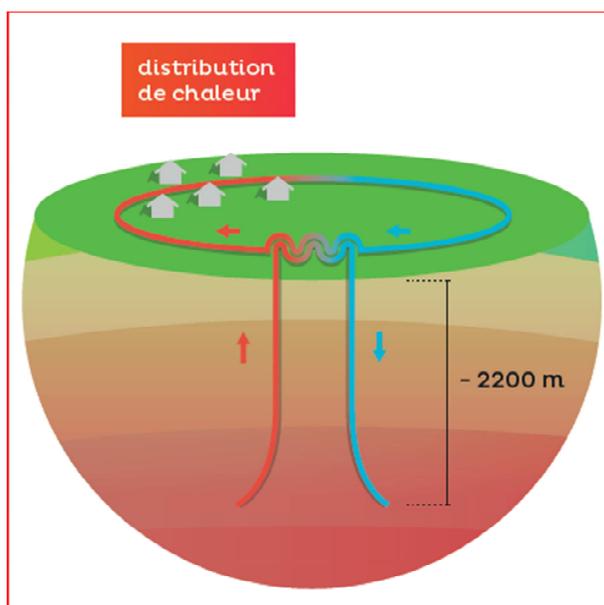
Une énergie inépuisable et 100% naturelle

L'utilisation de la chaleur de la terre pour le chauffage, la climatisation ou la production d'électricité, contrairement aux énergies fossiles pourtant extraites elles aussi des profondeurs, semble n'offrir que des avantages :

- Energie indigène, renouvelable et durable
- Energie indépendante des conditions climatiques, des saisons ou du moment dans la journée
- Energie en ruban, disponible 24h/24 et 365j/365
- Energie satisfaisant les besoins en fonction de la demande
- Source de chaleur importante en remplacement de combustibles fossiles
- Sans déchets, sans nuisances et sans émissions de CO₂ ou de NO_x
- Faible emprise au sol, faible impact sur le paysage
- Coûts de production relativement bas, stables et indépendants du prix des combustibles fossiles

Forages, pompages et réinjections

Une fois l'aquifère exploitable testé par le forage d'exploration et ses caractéristiques en termes de débit et de température connus, on procède à l'équipement de ce forage en puits et à la mise en place d'un deuxième puits. On parle alors de "doublet", qui se compose d'un puits de production et d'un puits de réinjection des eaux après valorisation thermique en surface. On a donc un système en circuit fermé qui, dans le cas du projet energieÔ Vinzel atteindra un peu plus de 2'000 m de profondeur (voir schéma page 17). L'équipement des puits consiste en des tubages métalliques qui sont télescopés et cimentés au fur et à mesure des étapes de perforation, dont les diamètres diminuent avec la profondeur, passant d'environ 60 cm en haut du forage jusqu'à 15-20 cm au sein de l'aquifère en fond de puits. L'eau thermique, qui remonte souvent de manière naturelle jusqu'à près de la surface, est alors aspirée au moyen d'une pompe immergée électrique installée dans le puits de production. En surface, l'eau pompée transfère son énergie thermique à l'eau circulant dans les réseaux de chauffage à distance, grâce à un échangeur de chaleur. Refroidie par le transfert de chaleur, l'eau thermique est réinjectée dans l'aquifère via le puits de réinjection, où elle se réchauffe à nouveau au contact des roches. Pour éviter un court-circuit thermique au sein de l'aquifère, les deux puits du doublet sont déviés dans deux directions opposées au sein du réservoir, pour atteindre une distance idéale de l'ordre d'un kilomètre entre la zone de pompage et celle de réinjection. Ainsi, l'exploitation à long terme de l'aquifère et la conservation des températures sur au moins 30 à 50 ans sont garanties. Passée cette période, dans la plupart des cas, la percée thermique se développe très lentement, permettant tout de même de poursuivre l'exploitation géothermique de l'aquifère.



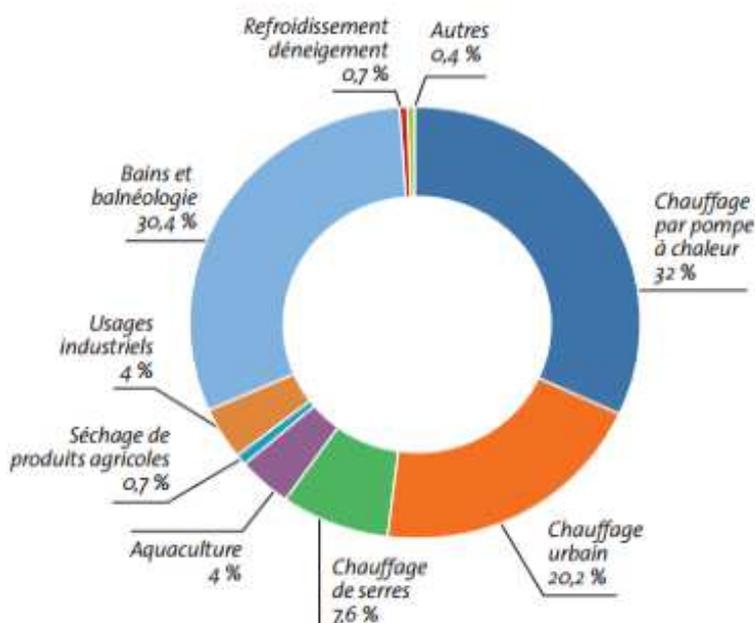
Ci-contre figure un système de transfert de chaleur de l'eau thermique pompée dans l'aquifère. Celle-ci, en circulant dans la boucle géothermale en circuit fermé, réchauffe via un échangeur l'eau circulant dans le réseau du chauffage à distance, aussi en circuit fermé. Les deux circuits d'eau n'entrent jamais en contact. L'eau provenant de la profondeur y retourne ainsi, sans subir aucune altération ou pollution, à l'exception de la baisse de température.

Les applications en cascade de la géothermie

Avec la géothermie, il est possible d'assurer une valorisation en cascade de l'énergie thermique, qui optimise la rentabilité énergétique et économique en couvrant les besoins en chaleur de différents utilisateurs avec des niveaux de température différents. Avec des températures supérieures à 100°C, on peut produire de l'électricité ou alimenter des processus industriels. Au-dessous de 100°C et jusqu'à environ 45-50°C, on va alimenter des réseaux de chauffage à distance urbain, dont les niveaux de température ont été progressivement abaissés depuis 10-15 ans, notamment pour des quartiers de type Minergie. Puis, ce sera le tour du thermalisme ou de centres aqua-ludiques (30-45°C), et enfin de l'agriculture et la pisciculture avec des températures <30°C.



Proportion d'utilisation de la chaleur d'origine géothermique dans le monde pour les principales applications de chauffage (Source IGA – International Geothermal Association) :



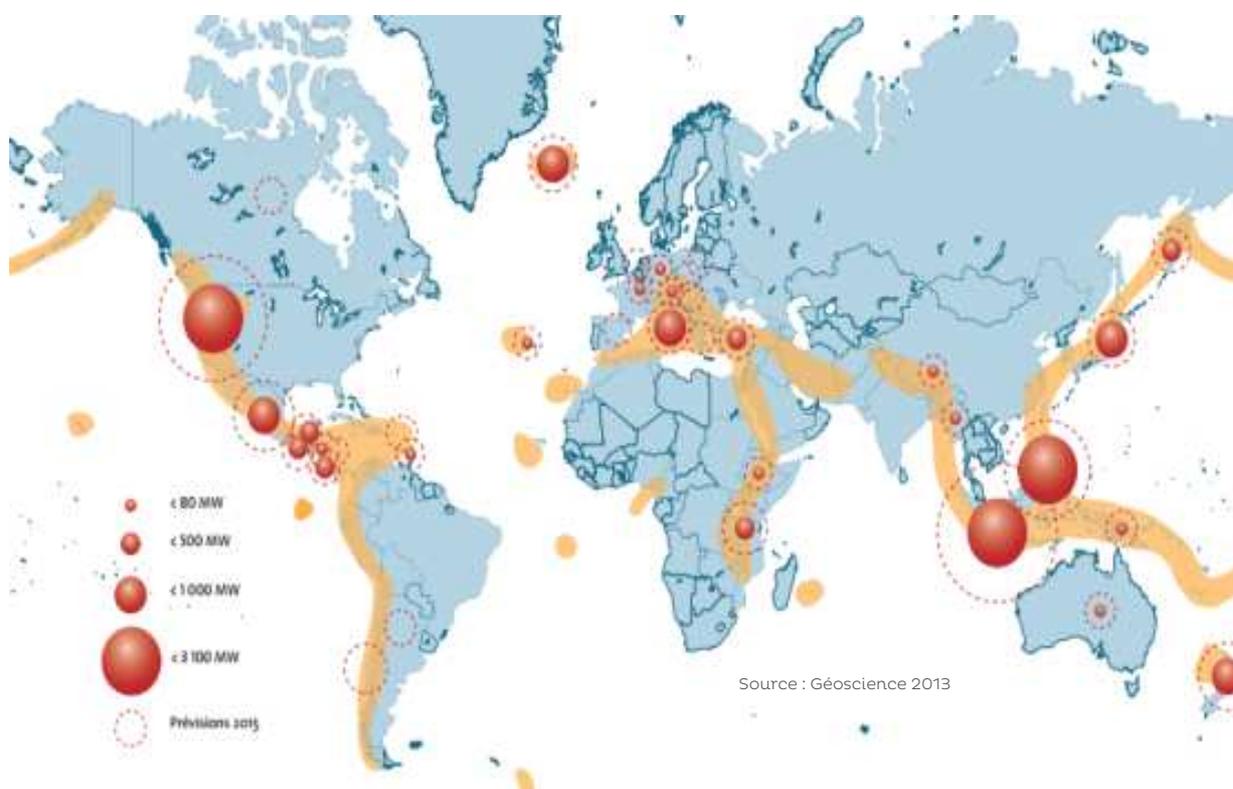
La géothermie dans le monde

L'utilisation de l'énergie géothermique dans le monde est actuellement en forte progression, aussi bien pour la production d'électricité que de chaleur. On rappellera que pour produire de l'énergie électrique avec la géothermie, il faut des températures dépassant 100°C.

Production d'électricité

En 2005, la géothermie a produit 28 TWh_{él} et en 2009 plus de 65 TWh_{él}. En 2010, elle représentait 0,4% du mix électrique mondial. Il s'agit de la quatrième source d'électricité renouvelable dans le monde après l'hydraulique, l'éolien, le photovoltaïque et la biomasse. Les principaux producteurs mondiaux sont les États-Unis (3'086 MW_{él} et 16,5 TWh_{él} produits en 2009 soit le quart de la production mondiale), les Philippines (1.904 MW_{él}), l'Indonésie (1.197 MW_{él}), le Mexique (958 MW_{él}), l'Italie (843 MW_{él}), la Nouvelle-Zélande (678 MW_{él}), l'Islande (575 MW_{él}) et le Japon (536 MW_{él}). La géothermie possède une grande importance dans la production électrique de certains pays. Elle représente par exemple 15,9% du mix électrique indonésien et 10,4% du mix électrique mexicain.

Production d'électricité géothermique en 2012.



Les principales ressources géothermiques mondiales sont situées dans la région Pacifique (ceinture de feu) et dans la région du grand rift Africain. Des régions à forte activité volcanique, principale source de chaleur exploitée pour la géothermie à haute énergie.

En 2012, l'Europe produit 1'672 MW_{él} de puissance électrique

Comme mentionné précédemment, l'Italie est le cinquième producteur d'énergie géothermique au monde et le premier en Europe. Son sous-sol présente de nombreuses similitudes avec celui de l'Islande. L'Italie est le pionnier mondial de production d'électricité à partir de haute température allant jusqu'à 350°C (vapeur sèche). La nature du sous-sol est en effet particulièrement favorable à ce type de production. Les champs géothermiques toscans remplissent 25% des besoins énergétiques de la Toscane et 1,9% (5,6 GWh_{él} en 2012) de la production électrique italienne.

Le Portugal est le second producteur européen d'électricité géothermique avec 1,9 GWh_{él} produits en 2011 et une puissance installée de 29 MW_{él}.

En France, et plus précisément en Alsace, à Soultz-sous-Forêts, un projet pilote de géothermie profonde a produit ses premiers mégawatts après plus de 20 années de recherches scientifiques et plus de 80 millions d'euros d'investissements. Entre 2009 et 2014, 13 permis de recherche ont été accordés pour des projets de production d'électricité géothermique. La France possède également des ressources haute énergie, appropriées pour la production d'électricité localisées dans ses départements d'Outre Mer (les îles volcaniques des Antilles: Martinique, Guadeloupe, mais aussi la Réunion dans l'Océan Indien). Une installation d'une capacité de 15 MW_{él} est opérationnelle depuis 2004 à Bouillante en Guadeloupe. Elle produit 6% à 8% de la consommation totale d'électricité de l'île.

Une grande partie de centrales géothermiques qui produisent de l'électricité valorisent ensuite en cascade aussi la chaleur résiduelle, pour alimenter des chauffages à distance, des centres thermaux, des exploitations agricoles et des piscicultures.

Production de chaleur

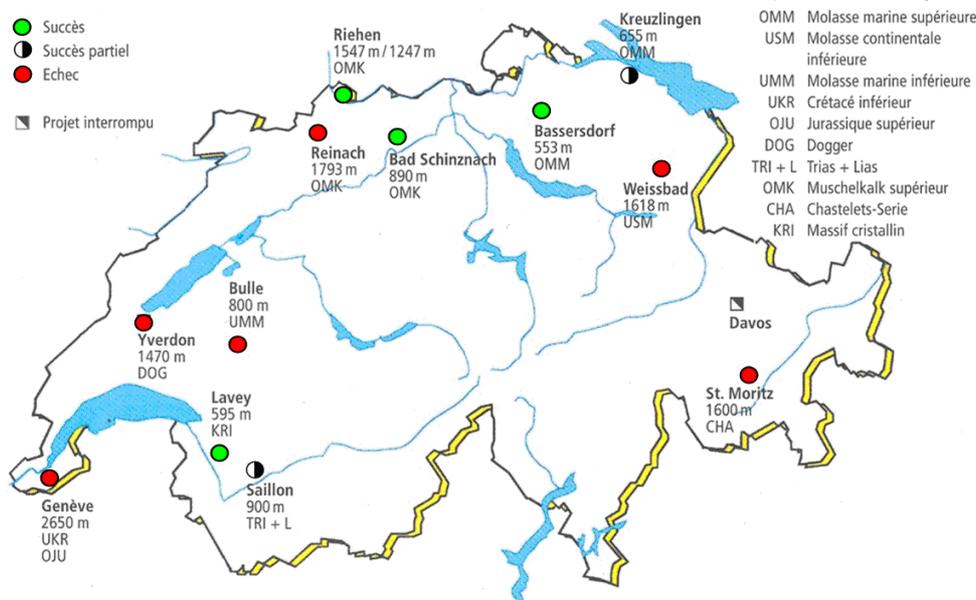
L'Allemagne est le leader européen de la production de basse chaleur pour le chauffage urbain avec plus de 30 centrales géothermiques de moyenne profondeur, notamment dans les bassins munichois et rhénans, dont une partie produit aussi de l'électricité avec des températures maximales de l'ordre de 140°C. Cet ensemble représente déjà plus de 105 MW thermiques (MW_{th}), et ce chiffre augmente continuellement. Dans ce secteur de pointe, les Allemands ont une excellente maîtrise tant industrielle que technologique. Selon Geofar, 150 projets de centrales géothermiques sont en cours de lancement, représentant un investissement de 4 milliards d'euros. Il est envisagé un taux de croissance annuel minimal de 14% pour la branche de l'énergie géothermique. Pour stimuler la géothermie profonde et la production d'électricité, cette branche est fortement soutenue par des mécanismes de financement public.

La France s'est spécialisée depuis 1970 dans la géothermie de moyenne profondeur. En 2013, le Bassin Parisien est un modèle du genre avec ses 34 centrales de chauffage à distance urbain. Ensemble, en 2011, elles ont produit 1,15 TWh_{th} assurant le chauffage et la production d'eau chaude de 500'000 habitants soit environ 150'000 logements. Les expériences de Soultz-sous-Forêts ont permis la réalisation des forages du projet industriel ECOGI en 2014, à Rittershoffen, en Alsace également. A terme, ce projet devrait produire 24 MW_{th}. D'autres zones prometteuses sont explorées en Gironde, au pied des Pyrénées, dans le couloir rhodanien et en Bresse.

La Suisse encore trop peu active dans le secteur géothermie

En Suisse, sur 12 forages géothermiques de moyenne profondeur ont été réalisés entre 1987 et 1998 dont 4 sont toujours en fonction et produisent de la chaleur. Depuis 2006, 4 nouveaux projets ont été réalisés à Bâle et St-Gall (production envisagée d'électricité et de chaleur), ainsi qu'à Zürich et Schlattingen, dont trois se sont soldés par un échec. En raison de ces résultats, actuellement seuls 3 autres projets géothermiques sont au stade de la planification des forages, et ils sont tous prévus en Suisse romande (lire ci-après). Par rapport aux pays voisins, la Suisse est en retard!

Situation, profondeur et état des projets de forages géothermiques de moyenne profondeur en Suisse effectués entre 1987 et 1998 avec l'aide de la Confédération (modifié d'après OFEN, 1998)



En comparant la puissance et la production de ces installations, on constate que la Suisse ne produit pas encore d'électricité et est sous-développée en termes de géothermie de moyenne profondeur. Les installations allemandes et françaises produisent beaucoup de chaleur, mais aussi de l'électricité. La situation est différente en Italie, où c'est principalement de l'électricité qui est produite, à raison de deux fois la production annuelle de la centrale nucléaire de Mühleberg. Et en Suisse? Pas d'électricité et 120 fois moins de chaleur que celle produite en France.

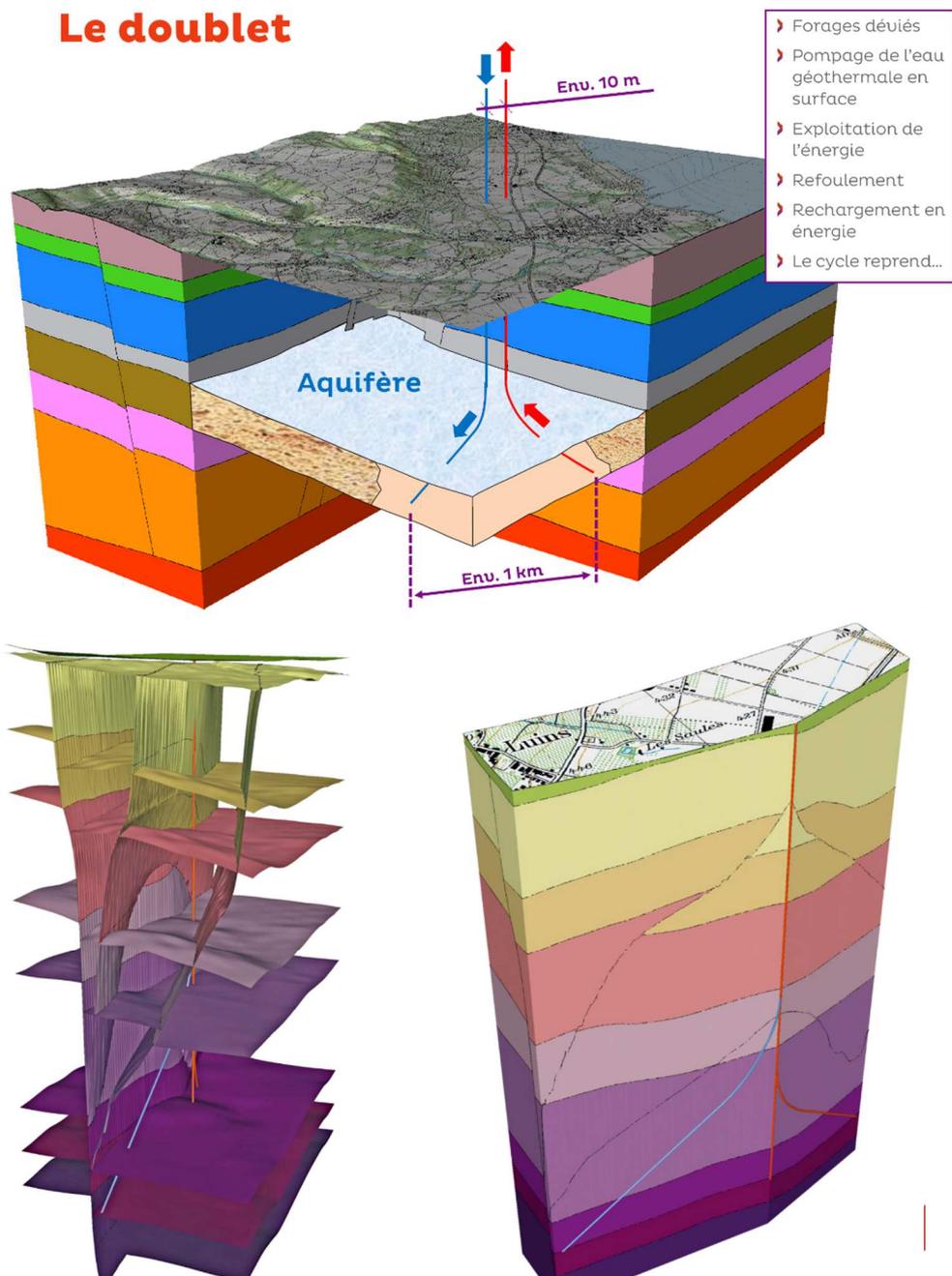
Situation actuelle et perspectives

- Les installations de Riehen (BS) et Lavey (VD) fournissent de la chaleur depuis plus de 25 ans.
- AGEPP Lavey (VD) : couverture du risque de forage obtenue et annonce de la RPC déposée, préparation avancée et forage profond pour fournir électricité et chaleur. On envisage d'exploiter un aquifère de fissures naturelles dont on connaît bien les caractéristiques, exploité depuis plus de 40 ans par puits pour des Bains thermaux (température de l'eau de 65°C).
- GeoEnergie Suisse à Haute-Sorne (JU) : projet qui prévoit de la fracturation hydraulique pour développer un réservoir artificiel profond dans les formations de roches cristallines.
- EnergieÔ La Côte (VD): 1er site de forage choisi et premier forage prévu à Vinzel. Il s'agit d'un projet de moyenne profondeur qui vise la production de chaleur pour alimenter des chauffages à distance.
- Nombreuses études en cours (VD, GE, NE, FR, JU, VS, BE, AG, TG, LU, etc.). Le canton de Genève est très actif avec son programme Géothermie 2020. Des investigations par sismique réflexion sont en cours pour mieux connaître le soubassement profond.
- Création de sociétés cantonales ou régionales de promotion en cours (AG, TG, LU).

EnergieÔ La Côte, un projet régional de développement durable

L'idée visionnaire d'exploiter la chaleur du sous-sol de La Côte est partagée, dès 2006, par trois partenaires convaincus de développer les énergies renouvelables dans la région. Il s'agit de la Société Electrique des Forces de l'Aubonne Sa (SEFA), la Société Electrique Intercommunale de La Côte (SEIC) et des Services Industriels de la Ville de Nyon. Romande Energie SA souhaitant renforcer son soutien aux nouvelles énergies, les rejoint en 2013. La même année, le projet change de nom pour devenir EnergieÔ La Côte et Daniel Clément, ingénieur EPFL en électricité, est nommé directeur de projet. Sa mission : conduire et mener à bien l'ensemble du projet EnergieÔ.

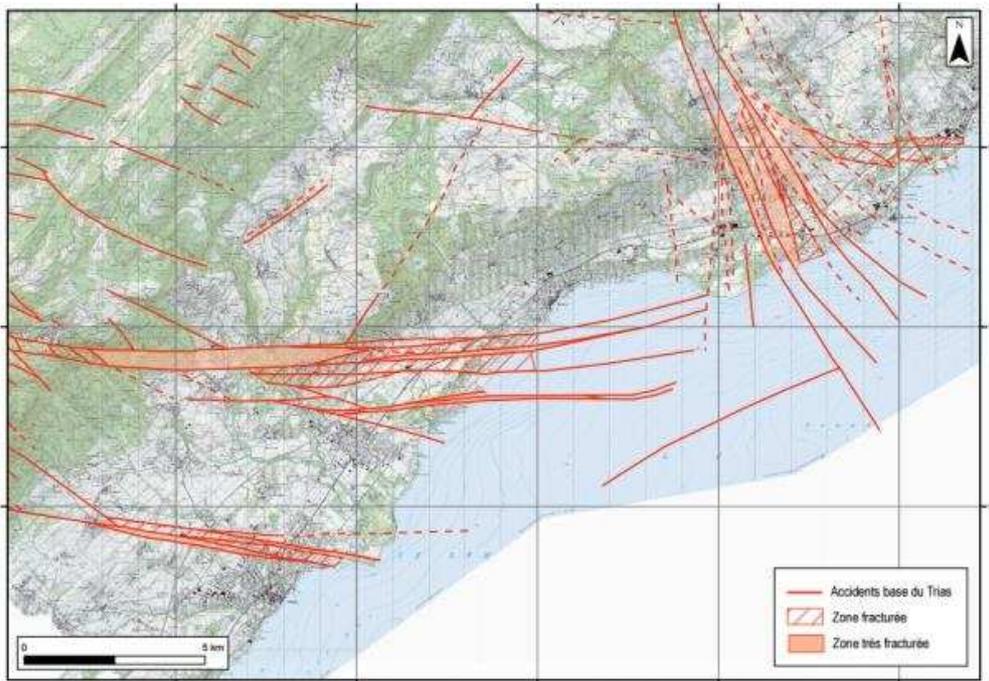
Le projet de géothermie EnergieÔ La Côte vise à exploiter la chaleur naturelle du sous-sol de la région par pompage des aquifères de moyenne profondeur (-2'200 m) dans un premier temps et profonds (-5'000 m) dans un deuxième temps. Le rendement pourrait permettre de produire non seulement de l'énergie thermique (exploitation en cascade) mais aussi de l'énergie électrique. Ce concept se calque sur un modèle éprouvé qui consiste à extraire l'eau chaude du sous-sol par le biais de deux forages profonds (doublet production-réinjection). Cette exploitation est exempte de stimulation des sols (roches fissurées artificiellement), ce qui a pour avantage de garantir la stabilité des terrains concernés.



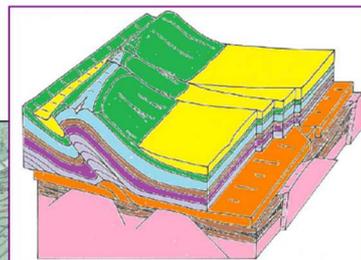
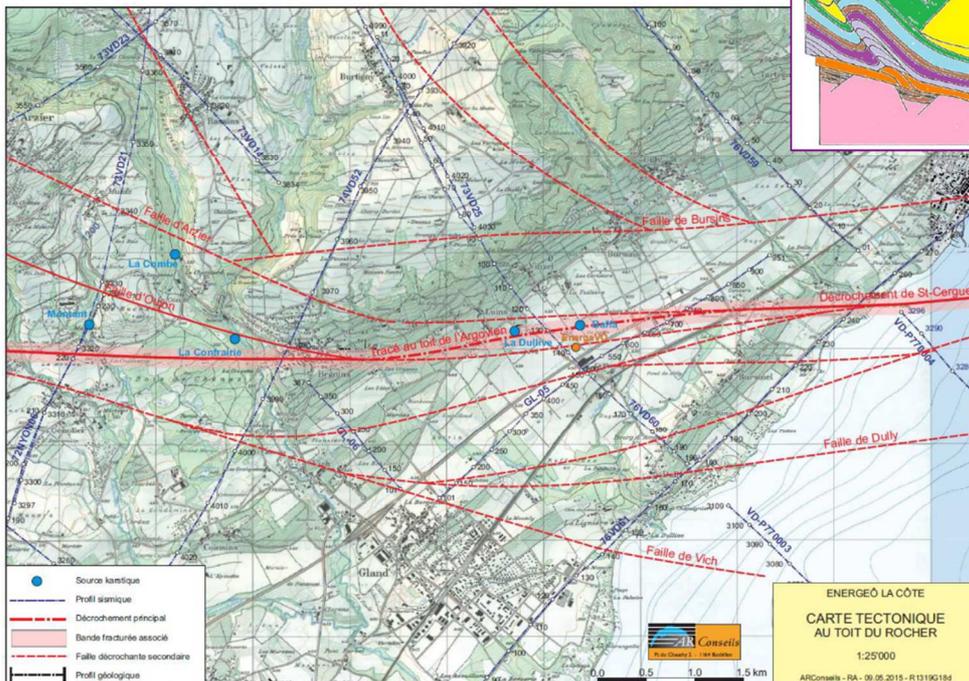
La Côte possède un sous-sol de très grande qualité

Comme expliqué précédemment, la géothermie nécessite la présence de failles renfermant des aquifères. Le sous-sol de La Côte s'avère particulièrement propice vu le contexte géologique local. De nombreuses failles ont été étudiées et un important potentiel géothermique identifié.

Vous voyez ci-dessous, les différentes failles traversant le plateau du Jura au lac Léman, entre Nyon et Etoy.



Situation à Vinzel



Quatre sites d'exploitation sont pour l'heure planifiés par Energieô La Côte, ce qui permettra de répondre à différents besoins énergétiques dans les régions de Nyon, Gland/Vinzel (premier site de forage), Aubonne et Etoy.

Zone favorable à la géothermie

Faïlle



De nombreuses failles géologiques sont visibles au pied du Jura. Ci-dessous, des failles à St-Cergue.



EnergieÔ Vinzel, le premier site de géothermie de moyenne profondeur

En 2014, l'accès aux données sismiques des années 70 et aux récentes technologies de traitement des lignes propres à EnergieÔ (2010) ont permis aux spécialistes du sous-sol d'envisager d'autres perspectives que la géothermie profonde. Couplées aux informations des forages à l'échelon régional, ces nouvelles connaissances du sous-sol de La Côte ont généré des études géologiques et hydrogéologiques complémentaires. Plusieurs cibles géothermiques ont pu ainsi être redéfinies. Après contre-expertise, l'ensemble des conclusions a amené la direction d'EnergieÔ à effectuer une nouvelle appréciation de la situation en faveur de la moyenne profondeur, se distinguant ainsi très clairement des projets de géothermie profonde bâlois et st-gallois.

Différentes considérations ont été prises en compte: aspects techniques et financiers, minimisation des risques et, bien entendu, la volonté des partenaires du projet de maximiser les chances de succès. C'est ainsi que l'aquifère du Dogger (couche géologique du Jurassique), situé à environ 2'500 mètres de profondeur, a été retenu pour réaliser le premier forage.

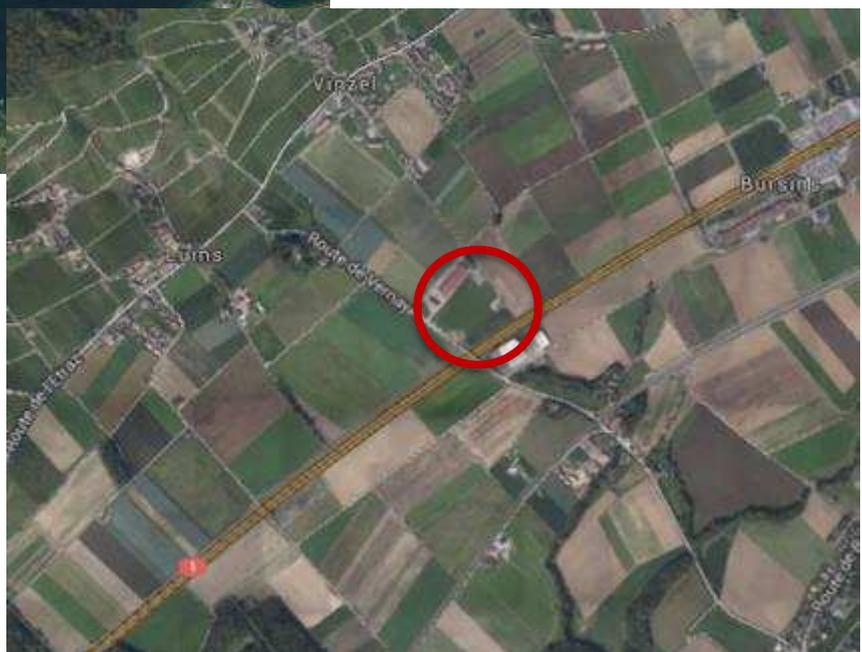
Après étude, c'est sur le territoire communal de Vinzel que le site a finalement été choisi en tenant compte du contexte géologique, soit la proximité immédiate de la faille la plus intéressante de la région. Un autre facteur positif a été le droit de superficie accordé par l'Etat de Vaud, propriétaire d'une parcelle de 4'703 m² idéalement située en bordure de l'autoroute, à côté de la déchetterie intercommunale et éloignée des habitations. D'autre part, celle-ci jouit d'une situation favorable à l'aménagement du territoire.

Un tel projet ne pourrait voir le jour qu'avec l'appui des autorités locales et cantonales ainsi qu'avec l'assentiment de la population. En mars 2015, l'Etat de Vaud et la Municipalité de Vinzel ont donné leur accord de principe. EnergieÔ Vinzel entre ainsi en phase d'avant-projet et de planification des forages profonds.

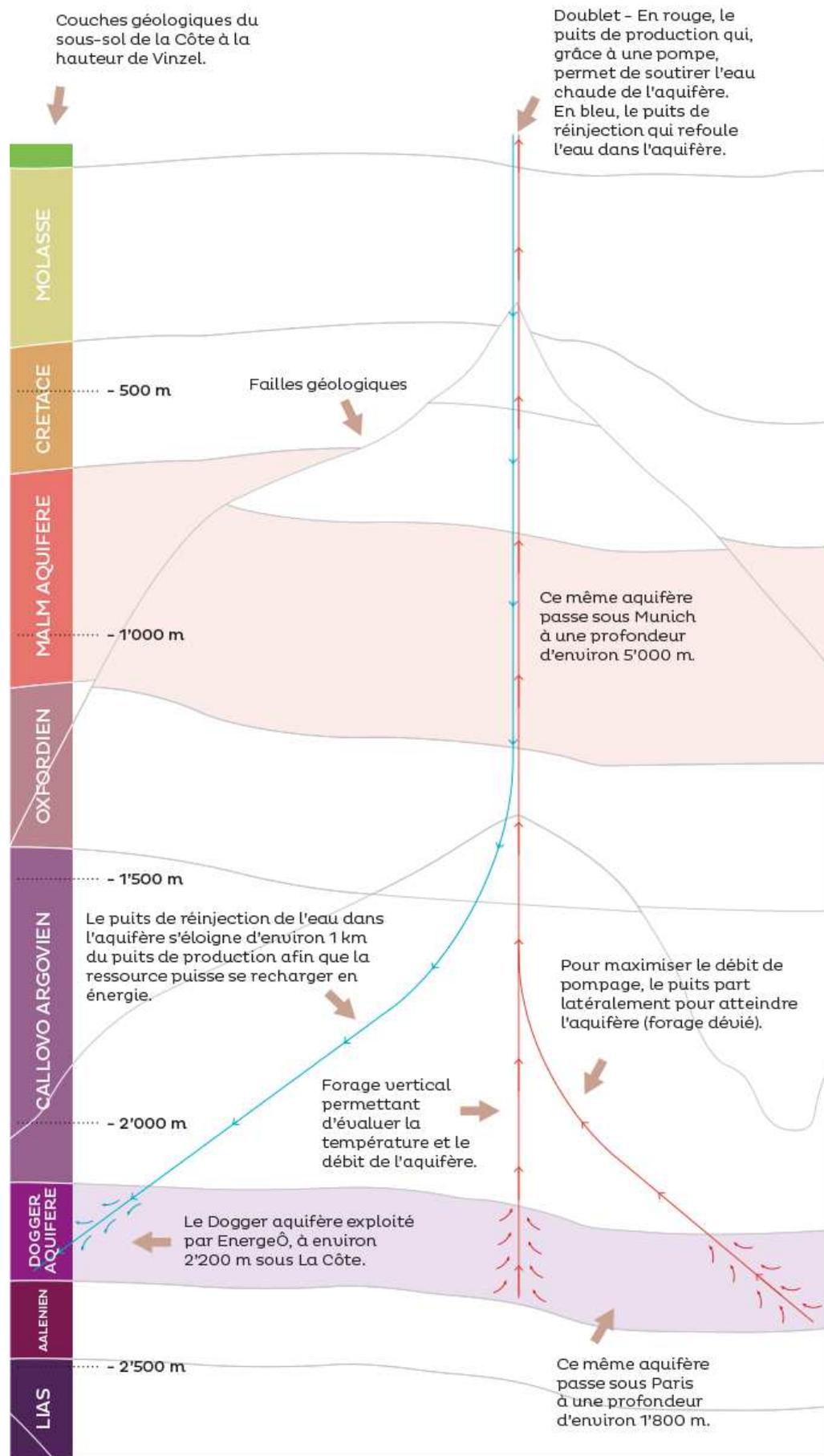


La région de La Côte et ses villes de Nyon, Aubonne, Gland et Etoy, comptent plus de 100'000 habitants soit environ 35'000 ménages

La commune de Vinzel et la parcelle EnergieÔ (voir détails p. 18)

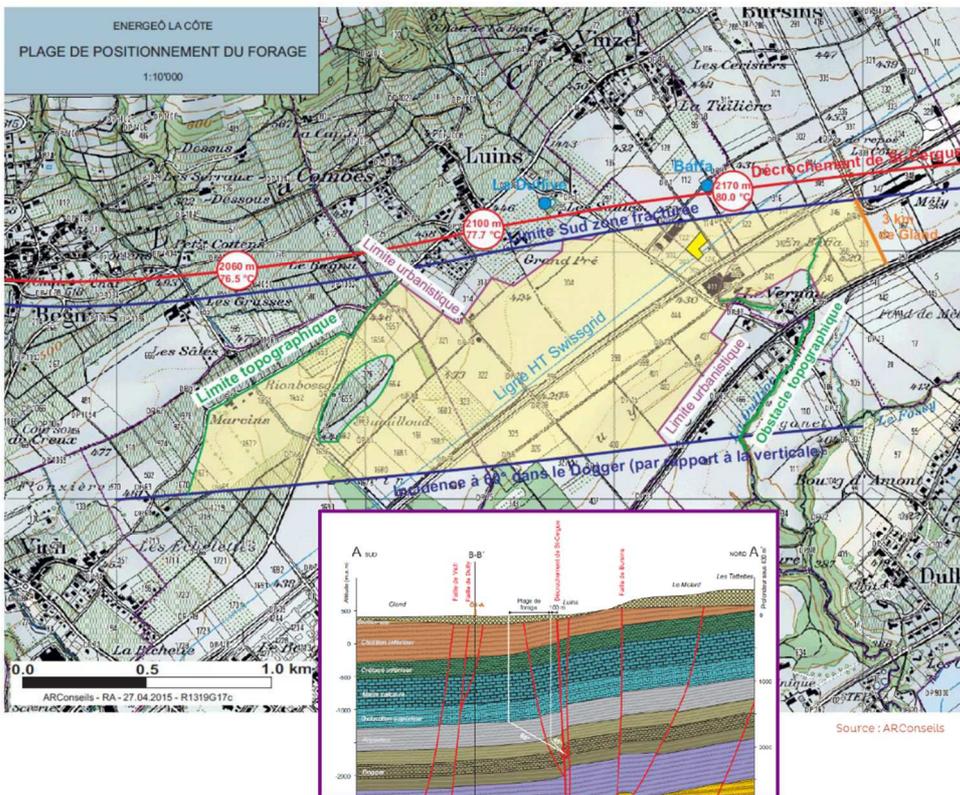


Le sous-sol de Vinzel



La parcelle de forage et la centrale géothermique

Les choix du territoire de la commune de Vinzel et de la parcelle EnergieÔ ont été dictés par le contexte géologique, soit la proximité immédiate de la faille la plus intéressante de la région. Un autre facteur positif a été le droit de superficie accordé par l'Etat de Vaud, propriétaire d'une parcelle de 4'703 m2 idéalement située en bordure de l'autoroute et à côté de la déchetterie intercommunale.



Paramètres

› Géologique

- › Zone chaude
- › Pas trop près faille
- › Pas trop loin faille

› Forage

- › Angle d'attaque
- › Longueur forage
- › Distance Gland
- › Coûts

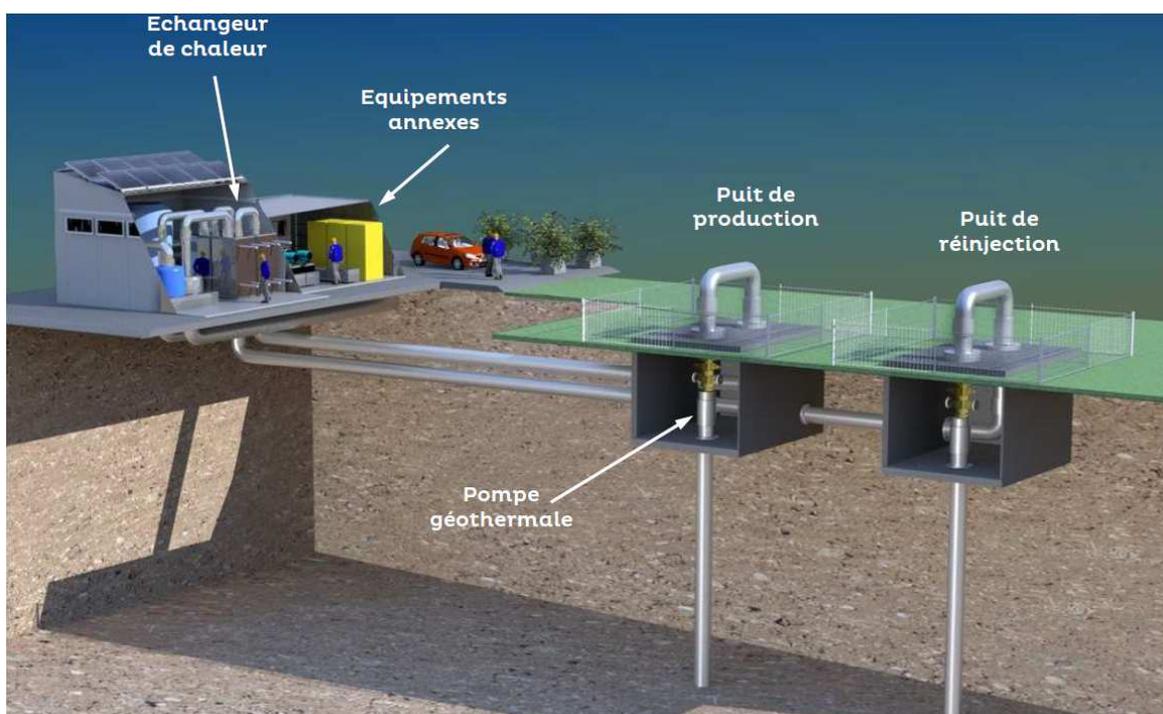
› Aménagement territoire

- › Minimiser nuisances
- › Superficie
- › Accès
- › Champs cultivés
- › Zones agricoles
- › PPA



Les installations de surface

Les installations de surface n'ont que peu d'emprise sur le terrain (1'000 m²) une fois les travaux terminés.



Source : 84 GHz, mai 2015

Le tracé de distribution de chaleur du site EnergieÔ Vinzel à Eikenøtt

Le tracé d'une longueur d'environ 2,2 km, suivra l'autoroute menant du site EnergieÔ Vinzel à la centrale de chauffage à distance de l'éco-quartier Eikenøtt.

L'éco-quartier Eikenøtt à Gland, le premier client d'EnergieÔ Vinzel

L'objectif d'EnergieÔ à Vinzel est de produire de la chaleur pour alimenter des réseaux de chauffage à distance permettant de chauffer l'équivalent d'environ 1'500 ménages. La production effective dépendra du débit de l'eau géothermale et de sa température. Un premier raccordement reliera la centrale de chauffage à distance de l'éco-quartier Eikenøtt, à Gland. Cette centrale, fonctionnant actuellement au bois et au gaz, prévoyait déjà à sa construction en 2013, l'apport d'eau chaude géothermale. La Société Electrique Intercommunale de La Côte SA (SEIC), conceptrice de la centrale d'Eikenøtt, avait eu en effet l'ingénieuse idée d'anticiper cette source d'alimentation en eau chaude, en y installant les raccords adéquats.



L'éco-quartier Eikenøtt occupe une surface de 80'000 m² et compte 450 logements répondant au critère Minergie-ECO, ainsi qu'une garderie et des commerces.



La centrale de chauffage à distance d'Eikenøtt alimentée actuellement au bois et au gaz, prévoyait déjà l'arrivée de la géothermie.

Un peu d'histoire

A l'époque préhistorique déjà, les premiers humains se détendaient en se baignant dans des sources thermales. Les premières traces remontent à près de 20'000 ans. Tout au long de l'histoire des civilisations, la pratique des bains thermaux s'est multipliée. Les premiers écrits aussi bien que les fouilles archéologiques témoignent de ce que les habitants du Japon, de la Chine ancienne et plus tard, de l'Empire romain utilisaient l'eau chaude provenant des entrailles de la terre pour chauffer des maisons et pour le bain. Les historiens de la Préhistoire se demandent aujourd'hui quel rôle jouèrent les sources d'eaux chaudes dans la résistance de l'humanité aux dernières glaciations.



Avec l'apparition de la civilisation, la pratique des bains thermaux et l'utilisation des boues thermo minérales se répand, tant au Japon qu'en Amérique ou en Europe. Les Etrusques, puis les Romains, font des bains publics un lieu de rencontre et d'échange d'idées, ce qu'ils resteront tout au long du premier millénaire de notre ère, où malgré décadence, invasions et rudesse féodale, les thermes sont encore fort prisés. Les établissements thermaux se multiplieront ensuite dans toutes les régions du monde, et notamment dans les îles volcaniques du Japon, d'Islande et de Nouvelle-Zélande.



Thermes romains

En France, aux confins méridionaux de l'Auvergne, la source du Par à Chaudes-Aigues (Cantal) s'enorgueillit d'être la plus chaude d'Europe, avec ses 82°C. Dès 1330, les archives font mention d'un réseau distribuant l'eau géothermale à quelques maisons, et pour l'entretien duquel le seigneur local prélevait une taxe. Elle servait même, déjà, à quelques usages "industriels" comme le lavage de la laine et des peaux.



Récupération des émanations de vapeur à Lardarello (Italie)

L'utilisation de la géothermie à des fins industrielles a quant à elle vu le jour en Italie, dans la province de Pise. Aux environs de 1830, l'aristocrate et industriel français François de Larderel creuse pour la première fois un puits de forage à Castelnuovo pour exploiter les sources d'eau chaude situées à proximité de la surface dans cette ancienne région volcanique.

A la fin du 19e siècle, les Etats-Unis remettent la tradition des systèmes de chauffage romains au goût du jour.

En 1831, des venues d'eau chaude sont découvertes dans le lit du Rhône à Lavey. Très rapidement, le gouvernement vaudois, faisant appel à l'ingénieur et géologue Jean de Charpentier, prend en main ce projet prometteur. En 1833, l'Etat, convaincu de l'intérêt majeur de cette trouvaille, achète à la commune de Lavey le terrain voisin, dit des Grandes Îles, et des bains provisoires sont installés. Actuellement, un important centre thermal avec hôtel et clinique est entièrement chauffé avec la géothermie. Annuellement, 550'000 m³ d'eau chaude à 65°C sont livrés aux Bains, ce qui représente 16 GWh_{th}, à savoir les besoins en chaleur d'un village de 1'000 logements.



L'hôtel des Bains de Lavey construit en 1836, est inscrit à l'inventaire cantonal vaudois du patrimoine.

Le 20ème siècle marque un tournant pour la géothermie, avec l'apparition des pompes à chaleur, dont la création n'est pas datée. En 1904, la géothermie est utilisée pour la première fois pour produire de l'électricité, en Italie, à Lardarello, où cinq ampoules sont allumées grâce à la chaleur de la terre. La production d'énergie à Lardarello a été un succès commercial. Cette application a été suivie par d'autres pays présentant des sous-sols favorables à la géothermie, notamment le Japon, les Etats-Unis, la Nouvelle Zélande et le Mexique.



La machine de production électrique du Comte Piero Ginro Conti



Source du Par de Chaudes-Aigues en France

L'évolution de la géothermie en quelques dates

- 20'000 ans : Vestiges sur le site de Niisato au Japon
- 3'000 av. J.-C. : Bains publics en Italie, Grèce, France, Aix-les-Bains, Baden
- 1332 : 1er chauffage à distance au monde à Chaudes-Aigues en Auvergne F) avec un réseau de distribution formé de tuyaux en bois.
- 1831 : Découverte d'une source thermale à Lauey-les-Bains
- 1841 : 1er forage géothermique en France
- 1904 : Lardarello (Toscane), 5 ampoules sont allumées grâce à l'électricité produite par la vapeur issue du sol
- 1913 : 1ère usine géothermique à Valle del Diavolo) qui produit aujourd'hui 4'800 GWh/an
- 1919 : 1ers forages géothermiques au Japon
- 1928 : Forage géothermique à Lauey-les-Bains à 28 m de profondeur, eau à 35-50°C
- 1929 : Premiers forages aux Etats-Unis, à Geysers/CA
- 1960 : Production mondiale de 400 MW_{ét}
- 1969 : 1er forage dans le bassin parisien
- 1997 : Forage de 600 m à Lauey-les-Bains, eau la plus chaude de Suisse (65°C, pompage de 33 l/s)
- 1980 : Production mondiale de 2'500 MW_{ét}
- 2006 : Production mondiale d'env. 9'000 MW_{ét} - 57 TWh/an et d'environ 28'000 MW_{th} 73 TWh/an

Petit lexique de géothermie

Aquifère : formation géologique ou roche, suffisamment poreuse et/ou fissurée contenant de l'eau et perméable pour que cette eau circule librement. Le nom aquifère vient du latin « aqua » (l'eau) et « ferre » (porter).

Boucle géothermale : circuit d'eau chaude souterraine (eau géothermale) puisée dans l'aquifère et qui y retourne après avoir transféré sa chaleur au circuit géothermique.

Circuit géothermique : circuit d'eau en surface, réchauffée par l'eau de la boucle géothermale et envoyée dans le réseau de distribution de chaleur.

Dogger : aquifère se situant entre 1'500 et 2'500 mètres de profondeur dans notre région et contenant une eau d'une température variant en fonction de la profondeur de 65 à 85°C. Le Dogger correspond à des dépôts anciens à dominante calcaire de l'époque géologique du Jurassique moyen s'étendant de -175 à -154 millions d'années.

Doublet : ensemble de deux forages associés, l'un est dédié au pompage de l'eau chaude géothermale, l'autre à la réinjection de cette eau dans l'aquifère profond, l'endroit contenant la nappe d'eau d'origine. Cette configuration présente plusieurs avantages : absence de rejet dans l'environnement avec un circuit en boucle fermée, pérennité du débit, stabilité des pressions d'exploitation.

Faille : déformation consistant en un plan ou une zone de rupture le long duquel deux blocs rocheux se déplacent l'un par rapport à l'autre. Vient de l'ancien français faillir, littéralement « manquer », terme utilisé par les mineurs du Nord-Est de la France lorsqu'ils ne trouvaient plus le filon ou la couche qu'ils exploitaient. Ils disaient alors que cette couche avait « failli », c'est-à-dire qu'elle manquait car elle avait été décalée par une discontinuité.

Géothermie : du grec géo (terre) et thermos (chaleur) est un mot qui désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre, et la technologie qui vise à l'exploiter.

Gouge de la faille : zone centrale de l'accident principal.

Gradient géothermique : augmentation de température constatée dans le sous-sol à mesure que l'on s'éloigne de la surface. Le gradient moyen en Europe est d'environ 1°C tous les 33 mètres, soit 3°C tous les 100 mètres.

Unités de mesure pour définir une puissance thermique ou électrique :

MW_{th} : mégawatt thermique. $1 \text{ MW}_{\text{th}} = 1'000 \text{ kW}_{\text{th}} = 1'000'000 \text{ de W}_{\text{th}}$

MW_{él} : mégawatt électrique. $1 \text{ MW}_{\text{él}} = 1'000 \text{ kW}_{\text{él}} = 1'000'000 \text{ de W}_{\text{él}}$

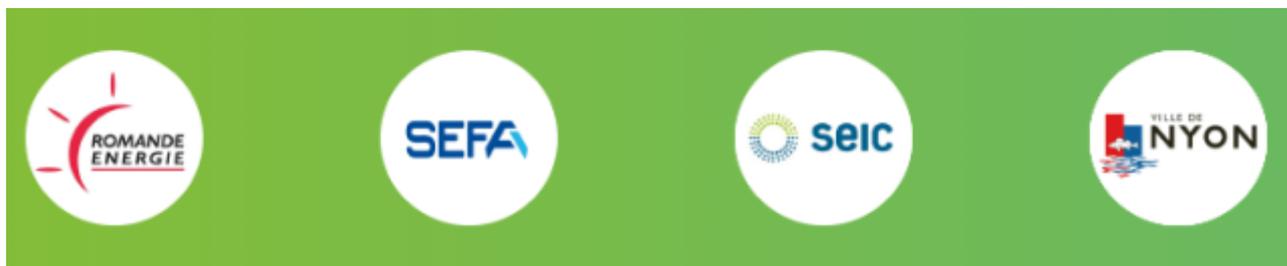
Unités de mesure pour définir une consommation thermique ou électrique :

MWh_{th} : mégawatt-heure thermique. 10 MWh_{th} correspondent à l'énergie thermique consommée par un appareil de 1 MW_{th} de puissance pendant une durée de 10 heures.

MWh_{él} : mégawatt-heure électrique. 15 MWh_{él} correspondent à l'énergie électrique consommée par un appareil de 1 MW_{él} de puissance pendant une durée de 15 heures.

Les partenaires d'Energieô La Côte

Les quatre partenaires associés du projet Energieô sont actifs dans la région de La Côte. Ils se sont unis pour produire de l'énergie issue du sous-sol de la région. Cette production locale est destinée à alimenter, à terme, une grande partie des besoins en chauffage à distance de la région.



Romande Energie

Premier fournisseur d'électricité en Suisse romande, le Groupe Romande Energie, via sa société Romande Energie Commerce, alimente en direct plus de 300'000 clients finaux répartis sur près de 300 communes des cantons de Vaud, du Valais, de Fribourg et de Genève. Ses métiers de base sont la production, la distribution et la commercialisation d'énergie ainsi que les services énergétiques.

www.romande-energie.ch

SEFA en bref

SEFA, Société Electrique des Forces de l'Aubonne, est une entreprise centenaire dont l'activité première est la production, la distribution et la vente d'énergie électrique. SEFA développe des prestations en matière d'installations intérieures et contribue à l'essor du multimédia avec un pack Internet, téléphonie, TV proposé dans 24 communes ainsi que par le déploiement de la fibre optique.

www.sefa.ch

SEIC

Fournisseur historique en électricité de la région de La Côte, SEIC approvisionne les habitants de ses six communes actionnaires (Gland, Vich, Begnins, Coinsins, Duillier et Prangins). Son offre comprend aussi la distribution de chaleur, la réalisation et la maintenance d'installations électriques, dont du solaire photovoltaïque et des pompes à chaleur. Depuis de nombreuses années, elle accompagne l'essor du multimédia en proposant une offre Internet, TV et téléphonie ainsi qu'un réseau de fibre optique.

www.seicgland.ch

Les Services industriels de la Ville de Nyon

Les Services Industriels de la Ville de Nyon assurent l'approvisionnement et la distribution des énergies (électricité, eau, gaz) et des services de télécommunication par fibre optique aux particuliers, professionnels, entreprises et associations/collectivités de la région. Leur périmètre d'activités s'étend sur 29 communes du district de Nyon.

www.nyon.ch

Information

N'hésitez pas à contacter Monsieur Daniel Clément qui se tient à votre disposition pour toute question au sujet de la géothermie en général et du projet EnergeÔ La Côte et Vinzel en particulier.



Daniel Clément
Directeur de projet

EnergeÔ La Côte
p.a. SEFA
Rue de l'Ouriette 173
CP 134
CH-1170 Aubonne

T. +41 21 821 54 00

info@energeo.ch

www.energeo.ch

facebook.com/energeo.ch

twitter.com/EnergeO_ch