

Le premier projet romand de géothermie profonde

Lavey (VD) à l'aube du forage d'exploration

La zone de Lavey représente sans doute le site le plus propice en Suisse pour la réalisation d'un projet de géothermie exploitant un aquifère profond et pouvant produire, en plus de la chaleur, de l'électricité. Les puits existants ont montré des débits et des températures exceptionnels par rapport à la profondeur des forages. De plus, le site comporte en soi des atouts indéniables.

Gabriele Bianchetti

Le projet AGEPP (Alpine Geothermal Power Production) vise à exploiter par pompage des aquifères profonds situés dans les massifs cristallins alpins entre 2.5 et 3.0 km de profondeur, dans un but de cogénération électricité - chaleur. Le mode de captage et d'exploitation des eaux profondes se différencie complètement de celui utilisé par le projet de Bâle, qui avait pour objectif de fracturer artificiellement des roches cristallines peu perméables situées à 5 km de profondeur pour créer un échangeur de chaleur. En clair, le projet AGEPP ne va pas provoquer de séismes ressentis par la population! Le mode d'exploitation des aquifères profonds avec puits de pompage est une technique éprouvée et sans dangers,

comme le démontrent les nombreuses réalisations en service dans le monde (p. ex. doublets dans le Bassin Parisien en production depuis 20 à 40 ans).

Après une étude préliminaire réalisée en 2006 (phase A), qui a clairement identifié le site de Lavey comme étant le plus favorable pour l'implantation d'un puits géothermique et pour la valorisation de la chaleur dans la vallée du Rhône, l'étude de faisabilité du projet (phase B), réalisée de 2007 à 2009 par une équipe pluridisciplinaire, a validé la faisabilité technique et économique de l'opération géothermique. En se basant sur l'étude détaillée de la fissuration et sur un modèle géologique 3D du réservoir corrélé avec les données des puits de pompage



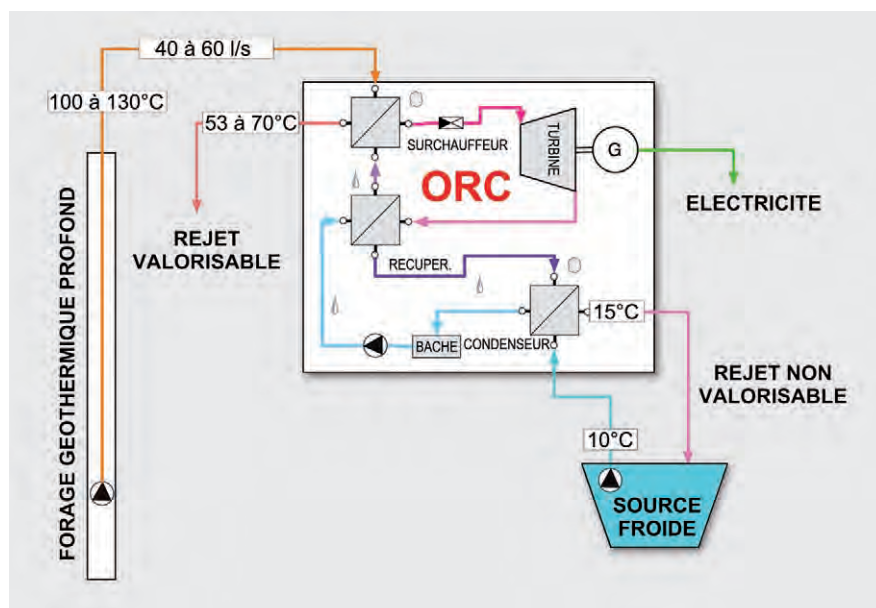
F.-D. Vuataz, CREGE

Figure 2 Un forage profond d'environ 3000 m est prévu pour l'été 2011.

de Lavey-les-Bains, le potentiel d'exploitation a été identifié entre 40 et 60 l/s. Une modélisation géochimique de l'eau thermique exploitée par ces deux puits a démontré que le fluide géothermique atteint en profondeur une température comprise entre 100 et 120 °C. Les objectifs pour une exploitation économique du futur puits profond ont été ainsi définis de la manière suivante : débit de 40 l/s et température de l'eau de 110 °C. En dessous de 100 °C, la production d'électricité avec un module Organik Rankine Cycle (ORC) n'est plus envisageable pour des raisons de performance et de viabilité économique.

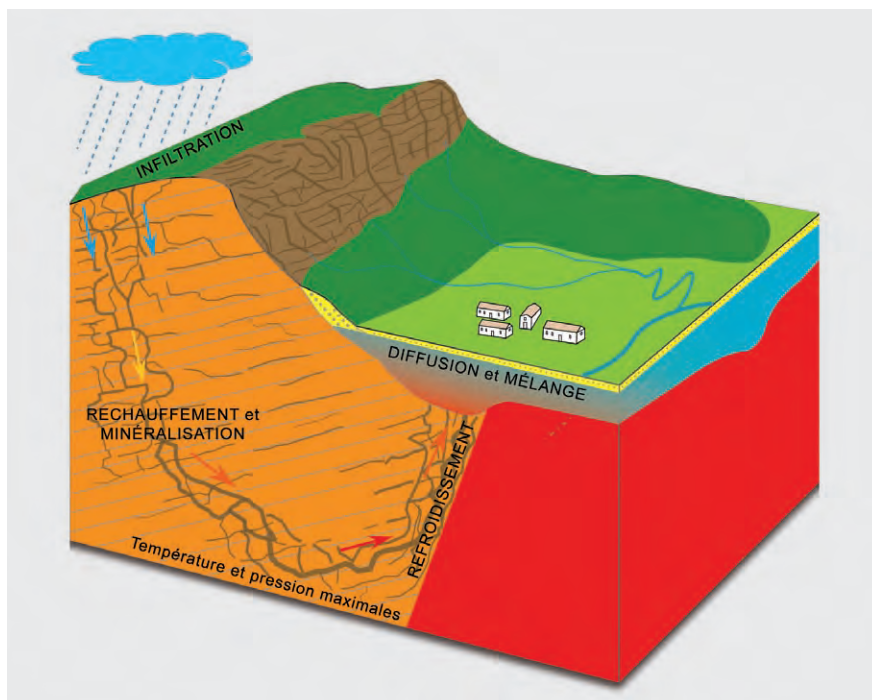
Une exploitation alliant la géothermie et la biomasse

La prochaine étape du projet (phase C), en cours depuis mai 2009, prévoit la réalisation d'un forage profond long d'environ 3000 m à Lavey durant l'été 2011, ainsi que la mise en place progressive des installations de surface (ORC et réseau de chauffage à distance primaire). Le budget total pour ces réalisations se monte actuellement entre 22 et 26 Mio



ALPGEO Sàrl, Sierre

Figure 1 Schéma simplifié du fonctionnement d'un forage géothermique profond.



ALP GEO SAH, Sierre

impact important sur la productivité des puits actuels P201 et P600 (réduction du débit de plus de 75 %, température de l'eau <42 °C). Dans ce cas de figure peu probable, le puits profond AGEPP devra garantir l'approvisionnement des Bains de Lavey en eau thermique et en chauffage. Mais l'hypothèse la plus vraisemblable est celle d'une fourniture d'eau thermique pour le remplissage des bassins et pour le renouvellement de l'eau de baignade par les puits actuel, le puits profond garantissant le chauffage des bâtiments et le maintien en température de l'eau des piscines de l'établissement thermal.

Valorisation maximale du potentiel

L'exploitation du futur puits profond se fera par singlet, avec rejet des eaux thermales dans la galerie de dérivation du Rhône (usine hydroélectrique de Lavey). L'important débit d'eaux froides de cette galerie (40 à 220 m³/s), permet d'assurer une exploitation en continu du pompage, les excédents de chaleur pouvant être évacués même lorsque les demandes en chaleur sont faibles (été). Le réchauffement des eaux de surface sera négligeable, de l'ordre de 0,1 °C dans le pire des cas. De plus, un piquage des eaux froides dans la galerie permettra le refroidissement du module ORC. Dans l'éventualité peu probable où une surexploitation de l'aquifère thermal profond devait être constatée, il est prévu de le réalimenter en infiltrant les eaux thermales après valorisation thermique dans un puits d'une profondeur d'environ 500 m, à réaliser ultérieurement.

La valorisation de l'énergie géothermique doit permettre de produire de l'électricité (module ORC de 400 kW) et d'assurer le chauffage de quartiers d'habitation à Lavey (VD) et St-Maurice (VS), de bâtiments d'Armasuisse ainsi que de l'établissement thermal de Lavey-les-Bains, grâce à des réseaux de chauffage à dis-

Figure 3 Circulation de l'eau d'un aquifère profond.

de Fr., dont env. 13 à 17 Mio de Fr. pour le forage profond. La création d'une société appelée AGEPP SA, qui financera cette étape cruciale du projet, est actuellement en cours. Le financement du projet est assuré par les partenaires suivants : SI-REN SA, EOS Holding, Romande Energie Renouvelable, CESLA SA, Commune de Lavey, Commune et Bourgeoisie de St-Maurice, Etat de Vaud (SEVEN), Office fédéral de l'énergie (OFEN), Etat du Valais (SEFH).

Après évaluation technique et financière de trois différentes variantes classiques d'exploitation de l'aquifère profond et de valorisation de la géothermie, qui privilégiaient la production d'électricité, une solution alternative économiquement viable a été identifiée. Il s'agit d'une option innovatrice exploitant la géothermie et la biomasse, qui privilégie la valorisation de la chaleur pour le chauffage, avec l'appui d'une chaudière à bois à eau surchauffée pour optimiser la production d'électricité et pour assurer la sécurité de l'approvisionnement de chaleur en cas de panne du pompage et lors des révisions périodiques des pompes immergées. Le projet de référence est celui de Bad Blumau en Autriche, qui considère les mêmes types de valorisation énergétique que ceux prévus pour le projet AGEPP, à savoir : production d'électricité, chauffage à distance des localités environnantes et alimentation d'un centre thermal avec hôtel.

Premier forage jusqu'à 2300 m

Le design et la stratégie de forage, élaborés en collaboration avec des spécialistes, prévoient de réaliser d'abord un forage vertical de 1800 m tubé en acier, qui sera poursuivi avec une déviation jusqu'à 2375 m pour atteindre une inclinaison de 41° (profondeur atteinte : 2300 m, ce forage sera appelé P2300). A la fin de cette première étape, si les tests hydrauliques et les pompages d'essai démontrent que les objectifs visés (40 l/s et 110 °C) sont atteints, ce forage sera équipé pour effectuer un essai de pompage de plusieurs mois. Dans le cas contraire, le forage sera poursuivi avec la même inclinaison jusqu'à 3300 m (profondeur atteinte : 3000 m, forage P3000). La réalisation du forage profond est prévue au courant de l'été 2011.

La mise en place d'un chemisage résistant à la corrosion est prévue après l'essai de pompage de longue durée si l'exploitation du futur puits profond montre un

	Bains de Lavey	Armasuisse	Commune de Lavey-Morcles	Commune de St-Maurice
Type de chaleur	Retour	Retour	CAD	CAD
Puissance max absorbée (kW th)	2700	190	1460	33 500
Taux d'utilisation annuel (h)	5815	2100	2100	2100
Energie annuelle consommée (GWh th)	15,7	0,4	3,1	7,0
Température entrée (°C)	63	70	85	85
Température sortie (°C)	34–36	55	60	60
Consommation ann. eau thermique (m ³)	500 000	25 000	–	–

tance. On prévoit une production annuelle de 3.4 GWh_{él} (alimentation de 850 foyers) et une consommation de chaleur de 26 GWh_{th} par an (1200 foyers). Les principaux clients chaleur à proximité du site de forage sont les suivants :

Vers une industrialisation du processus

Depuis le 9 novembre 2010, la demande d'autorisation de construire, accompagnée de la notice d'impact sur l'environnement, a été soumise à l'enquête publique. L'appel d'offres international pour le forage profond et les tests hydrauliques est en cours d'élaboration, en vue d'obtenir l'adjudication des travaux en février 2011, l'objectif étant de démarrer le chantier (plateforme) à la fin du printemps. Un réseau de surveillance de l'activité sismique dans la région sera mis en place et géré par le Service sismologique suisse, dans le cadre d'un mandat de l'OFEN pour trois projets pilote de géothermie profonde en Suisse. Il devra être opérationnel avant le début de la perforation. En même temps, la création de la future société AGEPP SA est en cours, ainsi que la finalisation du financement des travaux. Un important soutien financier est d'ores et déjà assuré par l'OFEN à titre de projet prioritaire. Une demande de garantie pour la couverture de risques pour les installations géothermiques a été soumise à Swissgrid, ainsi qu'une demande pour la rétribution du courant électrique au prix coûtant (RPC).

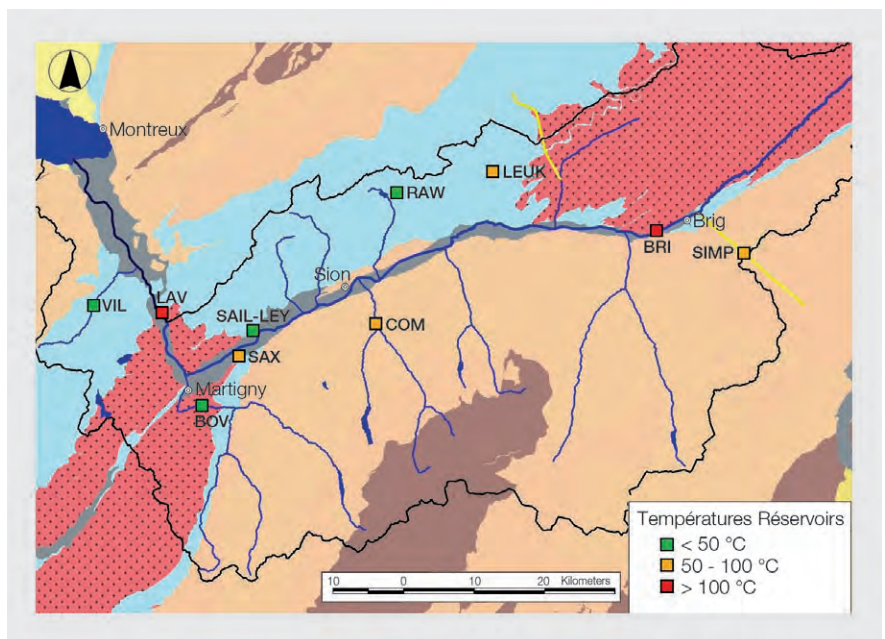


Figure 4 Dans la vallée du Rhône, le sud-ouest et le nord-est disposent des zones les plus favorables pour l'implantation de puits géothermiques et pour la valorisation de la chaleur.

En cas de réussite du projet pilote AGEPP à Lavey, l'exploitation de l'énergie géothermique profonde dans les massifs cristallins alpins à des fins de cogénération pourra entrer dans une phase industrielle. En effet, si AGEPP démontre la présence de fractures ouvertes à des profondeurs de l'ordre de 3000 m, il sera possible d'entreprendre des forages plus profonds dans la région, permettant d'augmenter notablement la production d'électricité à partir de la géothermie, avec des rendements d'autant plus inté-

ressants que la température sera plus élevée. Une augmentation de 30 °C par kilomètre d'approfondissement est attendue, permettant d'atteindre des températures de l'eau de l'ordre de 170 °C avec un forage de 5000 m. D'autre part, des conditions géothermiques similaires à celles de Lavey sont prévues sur d'autres sites dans la Vallée du Rhône (Brig, Saxon, Saillon, Collonges). Dans le cadre de tous ces projets, la réinjection du fluide géothermal à partir d'un deuxième forage, moins profond que celui de production, sera nécessaire pour réalimenter l'aquifère profond et garantir ainsi la pérennité de l'exploitation (fonctionnement en doublet).

Zusammenfassung

Das erste Tiefengeothermieprojekt der Westschweiz

Lavey (VD) steht kurz vor dem Beginn der Erkundungsbohrung

Das Gebiet um Lavey (VD) ist in der Schweiz wahrscheinlich der geeignetste Standort für die Realisierung eines Tiefengeothermieprojekts, bei dem ein tiefer Aquifer sowohl für die Erzeugung von Wärme als auch zur Stromproduktion genutzt wird. Bei den bestehenden Bohrlöchern wurden bereits Fließraten und Temperaturen gemessen, die im Verhältnis zur Tiefe der Bohrungen aussergewöhnlich sind. Ausserdem verfügt das allgemeine Umfeld des Standorts über starke Trümpfe für das Gelingen des Projekts: ein Thermalbad, ein bestehendes Fernwärmenetz, einen Wasserlauf mit hoher Abflussmenge zur Kühlung und den politischen Willen, das Projekt zum Abschluss zu bringen.

Beim Projekt AGEPP (Alpine Geothermal Power Production) sollen die tiefen Aquifere in den Kristallinmassiven der Alpen in 2,5 bis 3 km Tiefe genutzt werden. Die Entnahme und der Nutzung des Tiefenwassers unterscheidet sich dabei grundlegend von derjenigen des Projekts in Basel, das zur Schaffung eines Wärmetauschers in 5 km Tiefe künstliche Brüche im schlecht durchlässigen, kristallinen Gestein erzeugen sollte. Das Projekt AGEPP wird daher zu keinen für die Bevölkerung spürbaren Erschütterungen führen. Wie die zahlreichen weltweit gebauten Anlagen zeigen, ist die Nutzung der tiefen Aquifere mit Pumpenschacht eine erprobte Technik ohne Risiken (so sind z.B. die Dubletten im Pariser Becken bereits seit 20 bis 40 Jahren in Betrieb).

Gn

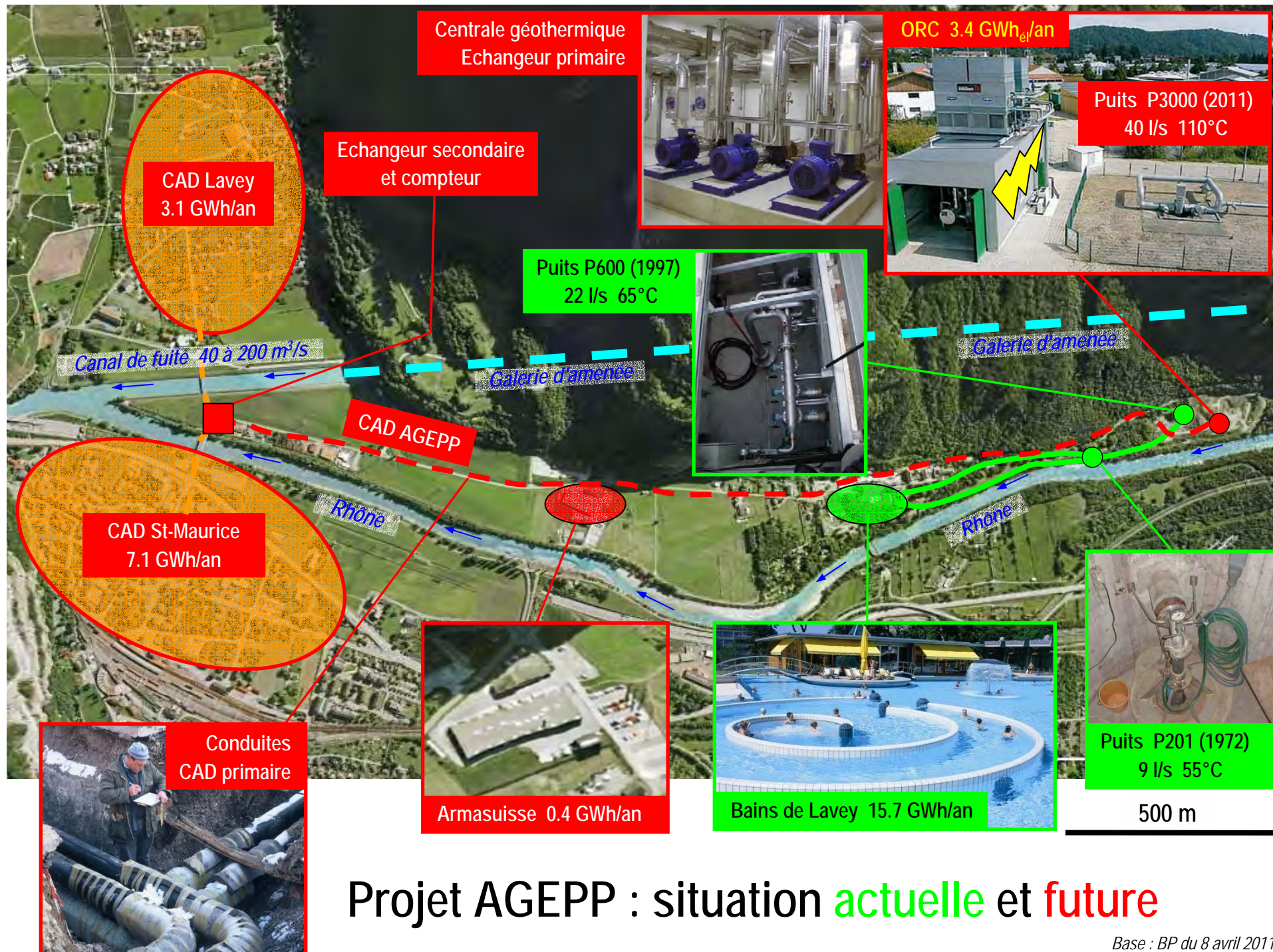
Information sur l'auteur



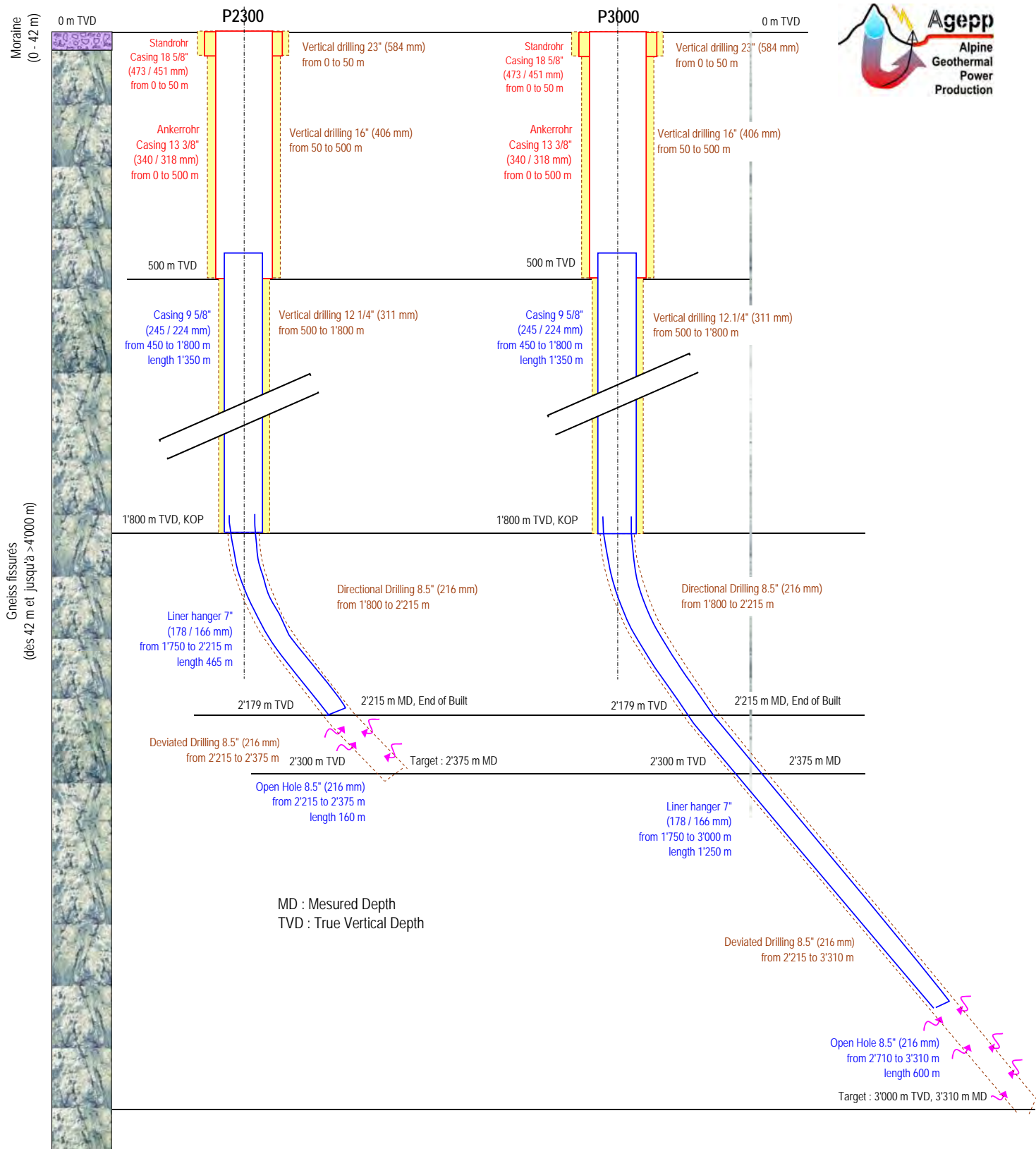
Le Dr **Gabriele Bianchetti** est Directeur du bureau ALPGEO Sàrl – Hydrogéologues Conseils à Sierre. Après un diplôme de géologue à l'Université de Lausanne (1984), il a obtenu en 1990 celui d'hydrogéologue au Centre d'hydrogéologie de Neuchâtel (CHYN) et a suivi une formation

en géothermie au Weitzmann Institute de Rehovot (Israël). Au cours de 25 ans de pratique, il s'est spécialisé dans les circulations d'eaux profondes en milieu alpin et dans le montage de projets de géothermie pour le captage d'eau thermale par puits profonds (> 500 m), le plus souvent réalisés avec des forages dirigés selon la technique de l'exploration pétrolière. Depuis les années 90, il assure la fonction d'Hydrogéologue-Conseil pour les Bains de Lavey et les Bains de Val d'Illiez. Actuellement, il collabore activement aux deux plus importants projets de géothermie profonde en Suisse romande (Agepp et GP-La Cote).

Alpgeo Hydrogéologie,
3960 Sierre, bianchetti@alpgeo.ch



Projet AGEPP : situation **actuelle** et **future**



Projet AGEPP

Logs prévisionnels du forage profond

Version du 15 novembre 2010