



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral de l'énergie OFEN

Rapport final 7. Avril 2009

PROJET DE GÉOTHERMIE PROFONDE SUR LA CÔTE VAUDOISE

RAPPORT DE SYNTHÈSE DE LA PHASE A

Mandant:

Office fédéral de l'énergie OFEN
Programme de recherche Géothermie
CH-3003 Berne
www.bfe.admin.ch

Cofinancement :

Service cantonal vaudois de l'énergie (SEVEN)

Mandataire:

IFWE - International Foundation for World Environment
Chemin des Coumenets 12 b
1000 Lausanne 26
<http://www.geothermielacote.ch>

Auteur:

Patrick VALLAT, CCMP+
patrick.vallat@bluewin.ch

Responsable de domaine de l'OFEN: Gunter Siddiqi

Chef de programme de l'OFEN: Rudolf Minder

Numéro du contrat et du projet de l'OFEN: 153'654 / 102'845

Le ou les auteurs sont seuls responsables du contenu et des conclusions de ce rapport.

PROJET DE GÉOTHERMIE PROFONDE SUR LA CÔTE VAUDOISE

RAPPORT DE SYNTHÈSE DE LA PHASE A

Version du 7 avril 2009

A l'attention de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)
et
du Service cantonal vaudois de l'énergie (SEVEN)



Patrick VALLAT
Chef de projet GP La Côte
Chemin du Ruttet 5 – 1196 Gland

079 205 60 77 – patrick.vallat@bluewin.ch

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. BRÈVE PRÉSENTATION DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE	1
3. ORIGINE DE LA DÉMARCHE	2
4. OBJECTIFS DE LA PHASE A.....	3
5. ORGANISATION DU MANDAT	3
6. ORGANISATION DES ÉTUDES.....	5
7. DÉROULEMENT DES ÉTUDES.....	5
8. RÉSULTATS DE LA PHASE A.....	6
9. RECOMMANDATIONS POUR LA SUITE DU PROJET	8
10. PARTENARIATS.....	9
11. CONCLUSION	10

ANNEXES

1. Rapport de phase A :
Module A1 « Aquifères profonds »
(Bianchetti, Marillier, Arn, Vuataz)
2. Rapport de phase A :
Module A2 « Valorisation de la chaleur »
(Perritaz, Dewarrat)

1. INTRODUCTION

Le présent document constitue la synthèse des informations détaillées des deux rapports d'études réalisés lors de la **phase A du projet GP-La Côte** (Géothermie profonde sur la Côte lémanique).

Il répond aux exigences posées lors de la requête d'aide financière de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et du Service de l'énergie et de l'environnement (SEVEN) du Canton de Vaud et constitue un jalon dans la réalisation du projet.

Le rapport met en évidence l'intérêt de la poursuite du projet. Les premiers résultats des recherches se sont montrés très encourageants. Ceux-ci convergent vers une pleine potentialité géologique doublée de réelles possibilités de commercialisation de la chaleur extraite.

Ces résultats permettent d'envisager l'application des principes de la politique énergétique suisse et de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie en faisant la promotion d'une énergie indigène et renouvelable à des coûts proches de la rentabilité.

Seules les incertitudes géologiques et les risques associés à ce type de projet sont les éléments qui freinent encore les décisions d'investissement. La phase B du projet doit permettre de limiter ces risques.

La volonté affichée d'investisseurs potentiels intéressés à promouvoir l'énergie géothermique dans la région et de reprendre à leur compte les risques de réalisation est de bonne augure pour la suite du projet. Des partenariats publics privés sont dores et déjà envisagés pour donner une suite positive à un premier forage pilote. Si celui-ci est couronné de succès, le potentiel d'au moins 4 autres sites pourrait être exploité dans la foulée.

Pour plus d'information, il est recommandé de se référer aux rapports détaillés des modules A1 « Aquifères profonds » et A2 « Valorisation de la chaleur » joints en annexe.

2. BRÈVE PRÉSENTATION DE LA GÉOTHERMIE PROFONDE

La géothermie à très grande profondeur ouvre des perspectives nouvelles dans le domaine des énergies renouvelables. Toutefois, la technologie EGS, qui consiste à fracturer artificiellement le massif rocheux cristallin vers 5'000 m de profondeur et à faire circuler de l'eau qui va atteindre 150-200°C pour produire de l'électricité et de la chaleur, n'est pas encore parfaitement maîtrisée, comme le prouve le forage profond de Bâle (séismes). Par contre, l'exploitation par pompage d'aquifères profonds pour produire de la chaleur est une technique éprouvée qui est utilisée depuis au moins 50 ans partout dans le monde, sans provoquer des séismes. La chaleur est valorisée de manière optimale lorsqu'on arrive à mettre en place une cascade d'utilisateurs dont les besoins en température sont décroissants (par exemple : chauffage à distance, habitations Minergie, centre thermal, serres, pisciculture).

Comme l'ont démontré plusieurs projets récents réalisés en Allemagne, une fois que le potentiel géothermique dans une zone a été prouvé, il est possible, en réalisant des forages de plus en plus profonds, d'atteindre des aquifères à plus de 100°C, ce qui permet de produire aussi de l'électricité avec un système à fluide binaire (ORC). C'est l'objectif poursuivi par le projet de géothermie profonde GP La Côte.

Ainsi, le potentiel offert par un site favorable à la production d'énergie par géothermie profonde est considérable. Les principaux avantages sont :

- Production d'énergie indigène, renouvelable et durable
- Pas de déchets, pas de pollution, pas de nuisances et pas de dégagement de CO₂
- Pas de stockage car le système fonctionne en continu 24h/24h et 365 jours/an
- Très peu d'emprise sur le territoire, donc visuellement très bien intégré
- Coût de production stable car indépendant du prix des combustibles fossiles
- Bon marché par rapport aux modes de production énergétique actuels

3. ORIGINE DE LA DÉMARCHE

Idée

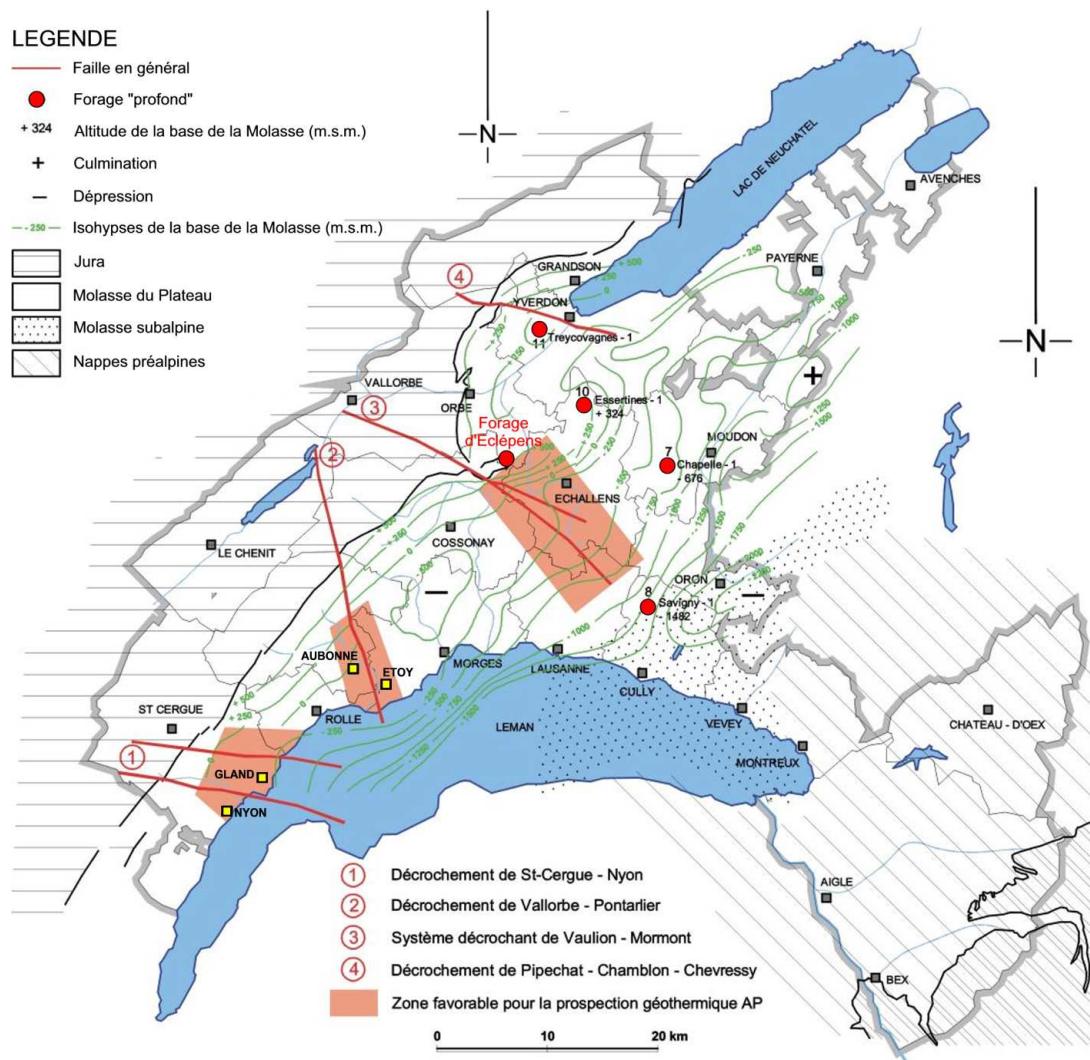
L'idée d'explorer la possible exploitation de l'énergie géothermique dans la région de la Côte est née des études réalisées dans le cadre de l'évaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud au début des années 2000 (Wilhelm et al., rapport 2003). Ces études montrent que les cibles géothermiques principales, en dehors du site exceptionnel de Lavey-les-Bains, sont représentées par des aquifères profonds au pied du Jura dans les formations fissurées des calcaires du Jurassique supérieur et moyen.

But poursuivi

Le but visé par le projet "GP-La Côte" est, d'identifier des zones favorables pour une exploitation de la géothermie profonde sur la Côte lémanique (VD), d'implanter et réaliser des puits pour exploiter des aquifères profonds et alimenter des réseaux de chauffage à distance (horizon 2012). Le projet se limite géographiquement à la Côte lémanique, les districts de Nyon et Morges dans le canton de Vaud, plus précisément entre les localités de Nyon et d'Etoy.

Approche

La réalisation de ce projet est structurée en phases d'études préliminaires et d'études détaillées visant à confirmer les hypothèses géologiques initiales avant de poursuivre sur des investissements d'exploitation de l'énergie géothermique.



4. OBJECTIFS DE LA PHASE A

Les objectifs de l'étude de la phase A du projet étaient les suivants :

- ⇒ Vérifier les hypothèses géologiques avancées à ce jour et obtenir une image de la géologie profonde aussi précise que possible, sur la base des documents géologiques disponibles (cartes, coupes, profils lithostratigraphiques, etc.), ainsi que de l'interprétation des lignes sismiques existantes.
- ⇒ Déterminer la profondeur des aquifères du Malm et du Dogger sur les sites déterminés comme favorables par l'étude de valorisation de la chaleur (forages situés à proximité des principaux utilisateurs de chaleur).
- ⇒ Estimer les débits exploitables par puits profonds déviés et calculer des fourchettes de température des eaux sur la base d'un gradient géothermique normal (30°C par km).
- ⇒ Au moyen des informations géologiques les plus réalistes, des débits exploitables et des coûts des forages profonds, déterminer le potentiel de valorisation économique de l'énergie en approchant des consommateurs potentiels sur le terrain.
- ⇒ Donner des recommandations sur les études à réaliser en phase B.

5. ORGANISATION DU MANDAT

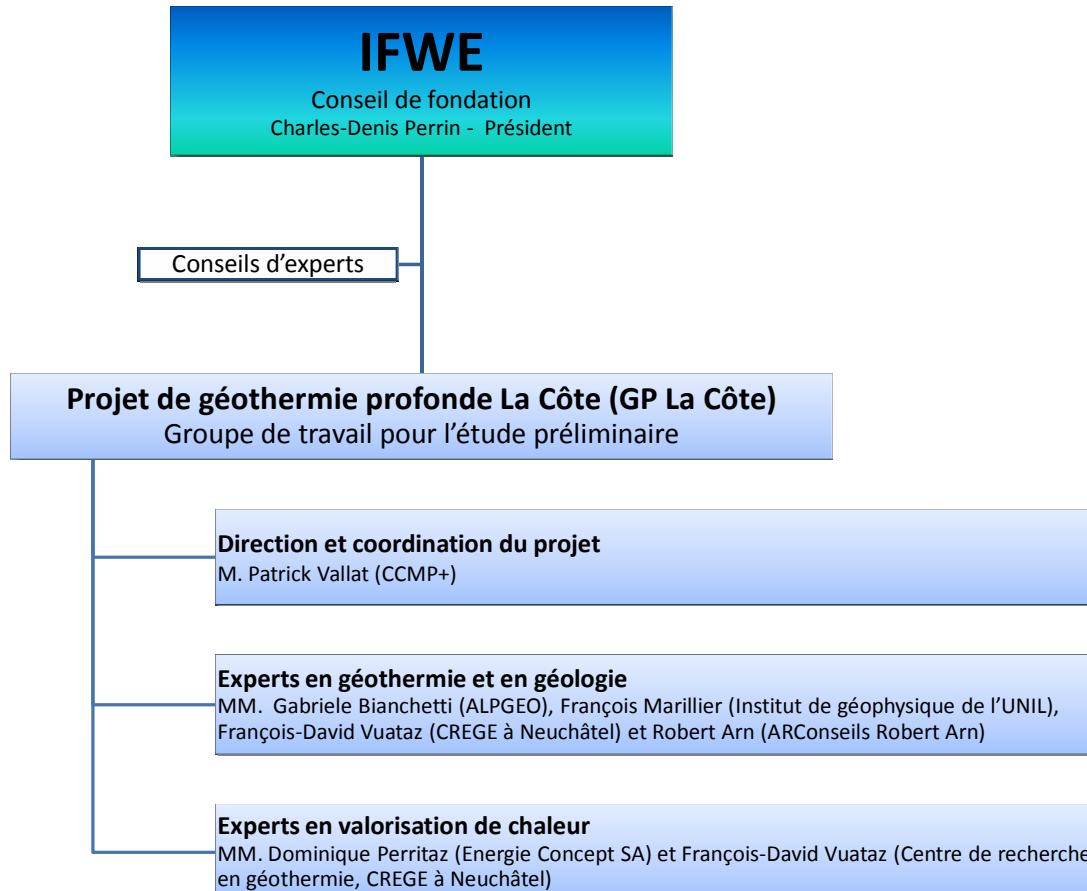
La phase A du projet a été menée sous l'égide de la Fondation IFWE (International Foundation for World Environment – www.ifwe.ch), qui est une fondation d'utilité publique, sans but lucratif, dont le siège se trouve à Lausanne. Son but est de promouvoir la réalisation de projets permettant un développement durable de la vie et de l'activité humaine. Pour ce faire elle identifie, suscite, accompagne, gère des projets liés au développement durable dans les domaines de la production d'énergie renouvelable, des écoquartiers, des écobâtiments, du bilan carbone, de l'écologie industrielle, etc. La fondation est financée par les mandats, les dons, les subventions qui lui sont attribuées, pour réaliser les projets qui lui sont confiés ou qu'elle a initiés. IFWE est au service des collectivités, des entreprises et des individus qui souhaitent faire appel à un partenaire neutre et indépendant.

La direction et la coordination du projet étaient assumées par Monsieur Patrick Vallat de Gland, initiateur de la démarche et membre du Conseil de Fondation de IFWE. Monsieur Vallat est de formation architecte et économiste d'entreprise diplômé. Il est considéré comme un des meilleurs experts suisses en matière de procédures d'attribution de marchés publics et de partenariats public-privé.

Le financement de la phase A du projet était assuré de la manière suivante :

Partenaires	Montants	Répartition
Etat de Vaud (SEVEN)	SFr. 48'000	37%
OFEN	SFr. 72'000	55%
Contribution propre	SFr. 10'000	8%
TOTAL HT	SFr. 130'000	100%

Une équipe de spécialistes et de professeurs des domaines de la géologie, de la géothermie, du chauffage à distance, de la valorisation de la chaleur, etc..., a été mise en place. L'organisation du projet est appelée à se développer au fur-et-à-mesure que de nouveaux spécialistes sont nécessaires pour le développement et l'approfondissement des études, mais également en fonction de l'intégration des partenaires tant publics que privés, qu'ils soient des investisseurs ou des organismes de soutien indépendants. L'organigramme de travail était le suivant :



La planification de la phase A était la suivante :

2 juillet 2008	Séminaire interne de démarrage du mandat
3 juillet 2008 – 13 janvier 2009	Recherche, compilation, analyse et interprétation des informations conformément au programme de travail. Etablissement de documents de synthèse (schémas, cartes, coupes géologiques, tableaux). Séances de coordination au sein des modules
14 janvier 2009	1 ^{ère} présentation interne des résultats
15 janvier – 17 février 2009	Rédaction des projets de rapport
18 février 2009	2 ^{ème} présentation interne des résultats
4 mars 2009	Présentation des résultats de la phase A
16 mars à 14h00	Conférence de presse (à confirmer)
5 au 31 mars 2009	Finalisation du rapport final de Phase A

La requête de subventionnement a été acceptée par l'OFEN et le SEVEN le 1^{er} novembre 2008, ce qui a permis de lancer véritablement le travail d'étude.

6. ORGANISATION DES ÉTUDES

Afin d'atteindre les objectifs fixés, le mandat de la phase A été subdivisé en deux domaines d'étude distincts sous la forme de modules qui ont donné lieu à deux rapports détaillés :

- Le module 1 « GEOLOGIE » qui s'est attaché à compiler et interpréter les études et données disponibles pour la région étudiée, à mettre en relation ces informations avec les aspects géologiques et hydrogéologiques locaux ainsi que de traiter des questions de prospection et de forages profonds.
- Le module 2 « VALORISATION DE LA CHALEUR » qui s'est attaché à recenser et quantifier sur le terrain les besoins énergétiques auxquels le projet pourrait répondre en explorant les sites à fort potentiel et mettant en évidence les solutions de distribution de chaleur ainsi que leur coûts économique.

La coordination et la gestion du projet, ainsi que l'engagement des mandataires a permis de tenir compte des contraintes propres aux deux domaines d'étude. Des échanges fréquents de résultats entre les deux modules ont été établis afin d'optimiser les solutions aussi bien du point de vue géologique qu'économique.

7. DÉROULEMENT DES ÉTUDES

Compilation des données

Il a été tout d'abord procédé à une compilation ainsi qu'à une analyse et interprétation des informations géologiques, géophysiques, hydrogéologiques et géothermiques, afin d'établir une synthèse des données disponibles. Ces aspects ont été considérés à la lumière des connaissances générales des cartes et coupes géologiques nationales, des études régionales (prospection géothermique le long du pied du Jura), ainsi que de l'évaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud (Wilhelm et al. – rapport 2003). Les informations fournies par des forages peu profonds réalisés pour la mise en place de sondes géothermiques ont été aussi examinés.

Réinterprétations locales

La géologie locale a été revue en fonction de la réinterprétation par l'IGL des profils de sismique réflexion réalisés dans le cadre de prospections d'hydrocarbures dans les années 1970 et 1980. Des coupes géologiques ont été ainsi élaborées, avec les épaisseurs des différentes formations sédimentaires, notamment celles du Malm et du Dogger. Les profils sismiques ont été réinterprétés de manière détaillée pour localiser avec précision le tracé des grands décrochements du Jura au niveau de la plaine et pour délimiter la bande de recouplement avec les aquifères profonds présumés, représentés par les formations à roches carbonatées compétentes, susceptibles d'être intensément fracturées et par conséquent perméables.

Hypothèses de valorisation

Plusieurs coupes géologiques passant par les sites définis par l'étude énergétique ont été prises en considération pour visualiser la profondeur et l'épaisseur des aquifères présumés, ainsi que la géométrie indicative des futurs puits déviés. Plusieurs hypothèses concernant la nature des aquifères présumés, les gradients thermiques, les débits d'exploitation, les températures et la composition chimique des eaux thermales ont été examinées en extrapolant les données fournies par les forages des régions d'Yverdon, d'Eclépens et dans le bassin genevois. Le potentiel géothermique présumé fourni par les divers forages profonds a été calculé par le groupe du module 2 « VALORISATION DE LA CHALEUR » pour les aquifères profonds du Malm et du Dogger (en fonction des débits et des températures présumés de l'eau).

Tableaux comparatifs

Des tableaux comparatifs ont été établis afin de présélectionner parmi les sites potentiels ceux qui présentaient un maximum de chances de réussite pour un forage pilote. Il est important de maximiser les chances de réussite du site pilote afin de pouvoir ensuite exploiter les enseignements de ce dernier pour les autres sites potentiels.

Potentiel économique

La quantification du potentiel économique de chaque zone d'étude a été considérée en adéquation avec le relevé des données des consommateurs potentiels sur le terrain. Les possibilités de distribution de chaleur par chauffage à distance ainsi que le comparatif des différentes énergies concurrentes ont également été étudiés. Une synthèse sous forme de tableaux comparatifs a été fournie (cf. annexes). Des cartes de positionnement des installations ont été tracées.

Recommandations

Finalement des recommandations tirées des enseignements de la phase A ont été émises pour la poursuite du projet.

8. RÉSULTATS DE LA PHASE A

Module 1 : Evaluation des réservoirs géothermiques

Les principales conclusions de l'étude géologique sont les suivantes :

- La présence de fractures régionales au pied du Jura et jusqu'au Léman est confirmée par la sismique réflexion ;
- Des indices de circulations subthermales liées aux grands accidents ont été mis en évidence dans le Malm (forage pétrolier d'Eclépens, 45°C à 2 03 m de profondeur) et dans l'Urgonien (sonde géothermique de Céligny, eaux jaillissant à 16°C) ;
- Deux accidents majeurs de largeur kilométrique et qui affectent les formations géologiques jusqu'à au moins 3 km de profondeur ressortent clairement sur les profils sismiques : celui de Vallorbe-Pontarlier entre Aubonne et Etoy et celui de St-Cergue–Luins au Nord de Gland;
- Un accident régional mais de moindre ampleur a été mis en évidence au Nord de Nyon (faille de Bonmont-Yvoire) ;
- L'aquifère profond du Malm montre des températures intéressantes pour une valorisation de la chaleur uniquement sur les sites d'Aubonne et Etoy (températures moyennes de l'ordre de 60 à 65°C). L'exploitation de cet aquifère pourrait être envisagée par singlet (puits unique), avec des débits attendus de l'ordre de 20 à 40 l/s ;
- Sur les sites d'Etoy et d'Aubonne, les températures dans l'aquifère profond du Dogger sont plus élevées, en moyenne de l'ordre de 85 à 90°C. Sur les trois autres sites, les températures moyennes sont tout aussi intéressantes, comprises entre 70 et 80°C ;
- L'exploitation de l'aquifère du Dogger est envisagée par doublet (double puits), avec réinjection des eaux dans l'aquifère du Malm (aspects juridiques réservés) ;
- Les débits d'exploitation attendus dans le Dogger sont compris entre 15 et 30 l/s sur les sites de Etoy, Aubonne et Gland. Sur les deux autres sites, les débits attendus sont moindres (10 à 15 l/s).

Les sites retenus pour la suite du projet dans le cadre de la réalisation d'une **opération géothermique pilote** sont les suivants : **Etoy, Aubonne et Gland**. Les sites de Nyon et Littoral-Parc seront reconsidérés si l'opération pilote démontre le potentiel géothermique des aquifères profonds du Malm et du Dogger.

Module 2 : Evaluation économique de la ressource

L'étude du potentiel de valorisation de la chaleur a été effectuée pour cinq sites présentant des potentiels importants, soit **Aubonne, Etoy, Littoral-Parc, ainsi que Gland et Nyon**. Ces sites ont fait l'objet d'une optimisation sur leurs composantes géologiques et économiques.

La phase A du projet a démontré un potentiel économique rentable sur plusieurs sites.

Les critères de sélection des sites à ce stade d'avancement de l'étude et sous réserve de confirmation en phase B des hypothèses retenues sont les suivants :

- Pour que le projet soit rentable, le prix du kWh devrait être inférieur à 13 [cts/kWh], ce qui réduit le choix des sites à **Gland, Etoy et Aubonne**.
- **Etoy** est incontestablement le site à privilégier pour un forage pilote pour les raisons suivantes :
 - ⇒ Situé sur une zone de failles (zone de failles de Pontarlier)
 - ⇒ Prix du kWh faible (10.2 [cts/kWh])
 - ⇒ CAD moderne déjà existant (Système de régulation numérique du CAD). Permet l'analyse de la source avec peu d'investissements
 - ⇒ Prise de risque minimum. Centrale de chauffage récente datant de 2005 pouvant fonctionner comme appoint ou source de puissance principale en cas de panne géothermique
 - ⇒ Un seul consommateur potentiel à convaincre pour que le projet soit rentable, L'Espérance (institution étatique vaudoise)
 - ⇒ Grande surface de pré à disposition pour établir le chantier de forage
 - ⇒ La chance de trouver des eaux assez chaudes dans l'aquifère du Malm n'est pas à exclure, ce qui ferait baisser le coût d'investissement du forage.
- Le choix entre **Aubonne** et **Gland** est difficile. Dans le but d'obtenir de meilleures connaissances sur les deux zones de failles, nous avons toutefois privilégié le site de Gland. Les avantages du site sont les suivants :
 - ⇒ CAD existant avec chaufferie à rénover avant 2012
 - ⇒ Densité énergétique au mètre carré la plus forte
 - ⇒ Prix du kWh géothermique le plus intéressant (9.6 [cts/kWh])
 - ⇒ Projet de quartier Minergie en cours pouvant utiliser une basse température
 - ⇒ Diminutions des coûts grâce à la synergie qui pourrait se former entre le projet GP LA CÔTE et le projet LOSINGER « le Communet-Borgeaud »
 - ⇒ Grande surface de pré à disposition pour établir le chantier de forage.
- Le potentiel du site d'**Aubonne** ne doit en aucun cas être négligé. Il présente les caractéristiques intéressantes suivantes :
 - ⇒ Prix du kWh géothermique intéressant (11.0 [cts/kWh])
 - ⇒ Société Merck Serono pourrait injecter 200 [kW] en continu dans le CAD
 - ⇒ Meilleur site pour l'implantation d'un centre thermal
 - ⇒ Projet de CAD en cours
 - ⇒ La chance de trouver des eaux assez chaudes dans l'aquifère du Malm n'est pas à exclure, ce qui ferait baisser le coût d'investissement du forage.
- Le potentiel du site de **Nyon** ne doit pas être écarté d'office à ce stade des études. Bien qu'il ne soit pas privilégié au niveau du risque pour un site pilote, ce site possède néanmoins des caractéristiques très intéressantes qui mériteraient d'être approfondies lors de l'étude de faisabilité (phase B).

9. RECOMMANDATIONS POUR LA SUITE DU PROJET

Incertitudes

En l'absence de forages profonds dans les régions étudiées, les principales incertitudes se situent au niveau des connaissances géologiques et hydrogéologiques des aquifères profonds et notamment :

- Nature des réservoirs, notamment pour le Dogger (variations latérales de faciès avec réduction d'épaisseur des séries calcaires et augmentation de celle des couches marneuses) et leur réalimentation ;
- Perméabilité et ouverture des fissures à des profondeurs > 2 km ;
- Profondeur exacte des réservoirs profonds.

Risques

Ces paramètres vont conditionner le débit d'exploitation du futur puits profond et dans une moindre mesure la température du fluide géothermal. Dès lors, les principaux risques pour la réussite du projet sont les suivants :

- Débit d'exploitation insuffisant et, dans une moindre mesure, température de l'eau en tête de forage pas assez élevée.
- Coûts de forage élevés, ne permettant pas de rentabiliser le projet avec une valorisation "traditionnelle" de la chaleur.

Pour réduire les incertitudes géologiques, il faut en priorité améliorer les connaissances des structures géologiques profondes : la campagne d'acquisition de nouveaux profils terrestres de sismique réflexion, si possible avec une interprétation tridimensionnelle, représente certes un investissement important, mais permettra non seulement **d'optimiser les chances de succès du forage**, mais aussi de minimiser les risques de perforation et les coûts. Pour profiter d'économies d'échelle importantes, nous recommandons de prévoir, dans une phase B1 de l'étude de faisabilité, une zone d'investigation qui comprend aussi les sites de Littoral-Parc et de Nyon.

Rentabilité

Quant à la rentabilité du projet, celle-ci serait grandement améliorée par l'implantation d'un établissement thermal à proximité du futur puits profond. La présence de ce client "à valeur ajoutée" permettrait de vendre de grandes quantités d'eau thermale tout au long de l'année et d'exploiter des niveaux de basse température non utilisés par le chauffage à distance.

Enjeux

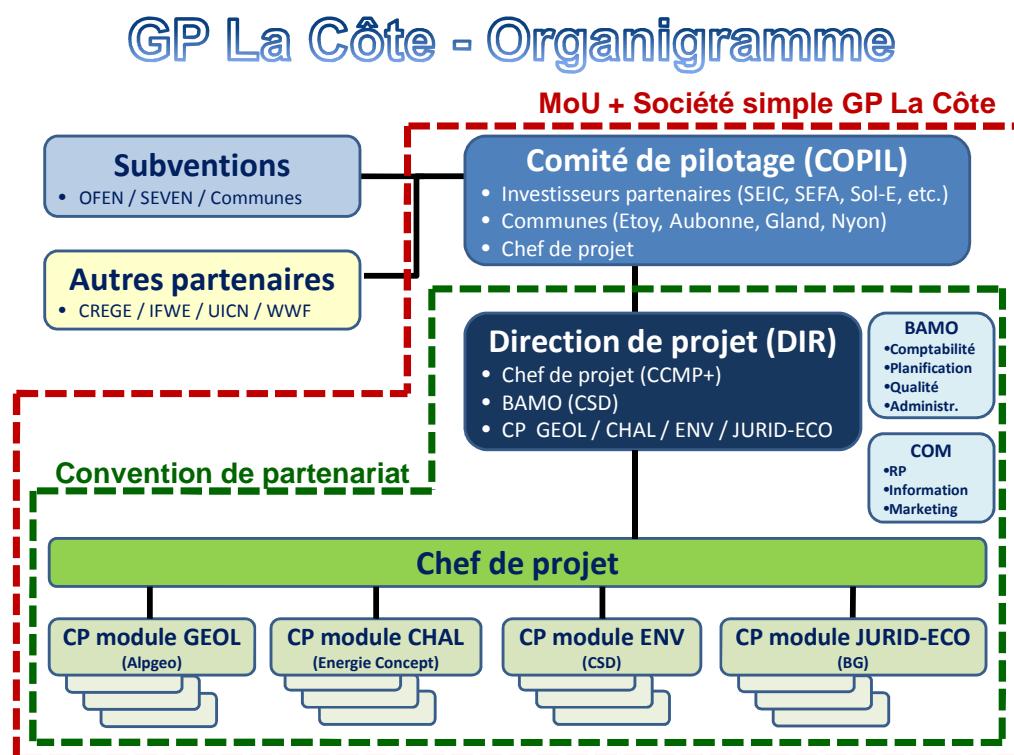
Enfin il est à remarquer que les enjeux de ce projet vont bien au-delà d'une simple et unique exploitation par doublet des aquifères profonds du Malm et du Dogger. En effet, si le potentiel géothermique attendu devait être confirmé par la première installation pilote, il serait alors possible de démarrer une **exploitation "industrielle" de la ressource géothermique** dans les régions considérées par cette étude préliminaire. L'étape ultérieure du projet consisterait alors à mettre en place toute une série de doublets, sans compter la possibilité ultérieure d'explorer et d'exploiter des aquifères encore plus profonds et chauds (Trias et Cristallin), permettant une **cogénération chaleur-force à partir de l'énergie géothermique**.

10. PARTENARIATS

Les contacts établis durant la phase A avec les communes des sites concernés soit : Aubonne, Etoy, Gland et Nyon ont débouché sur des accords de principes en vue de soutenir et de faciliter la mise en œuvre du projet.

Plusieurs investisseurs potentiels se sont manifestés. Parmi ceux-ci, il y a lieu de citer trois partenaires publics qui seront en mesure de se charger de la distribution de l'énergie sur les zones de desserte de la Côte soit : La Société des Forces Motrices de l'Aubonne (SEFA), la Société Electrique Intercommunale de la Côte (SEIC) et les Services industriels de Nyon. Ces partenaires ont convenu d'établir avec les porteurs du projet des accords portant aussi bien sur le financement que sur la mise à disposition de compétences techniques visant à poursuivre en phase B les études nécessaires à la réalisation du projet.

Le chiffrage de la phase B ainsi que la signature formelle des conventions de partenariat permettra de clarifier la participation d'investisseurs industriels, le financement du projet et le partage des risques, en vue de l'exploitation de l'énergie géothermique. L'organigramme de travail pour l'étude de faisabilité du projet (phase B) pourrait être le suivant :



Les prestations à réaliser seraient pour la phase B, de juin 2009 à mars 2010, les suivantes :

- analyse détaillée des informations existantes au niveau du sous-sol (géophysique - géologie – hydrogéologie - géothermie) ;
- analyse détaillée des besoins et des possibilités de distribution à des fins de chauffage ;
- campagne de profils de sismique réflexion et interprétation ;
- analyse de critères killer ;
- dimensionnement du forage profond, appel d'offres préliminaire d'entreprise de forage ;
- établissement d'un concept d'utilisation de la chaleur ;
- planification préliminaire du réseau CAD et des étapes de réalisation ;
- rapport d'enquête préliminaire (REP) ;
- valorisation des certificats CO₂ ;
- estimation des coûts et établissement d'un plan financier ;
- mise en place de la démarche participative ;
- élaboration d'une "brochure" de présentation du projet ;
- montage juridique de la ou des sociétés d'exploitation.

11. CONCLUSION

Au stade actuel de l'étude, **nous estimons que les chances de succès d'une opération géothermique par forages profonds sur les différents sites étudiés sont réelles et qu'elles justifient la poursuite du projet GP La Côte.**

La phase A de l'étude démontre qu'il y a un réel potentiel géothermique exploitable sur la Côte lémanique. Ce potentiel peut sans autre être valorisé au moyen d'un réseau de chauffage à distance sur des bâtiments existants et futurs.

Pour la phase B, nous préconisons l'étude plus approfondie pour au moins deux sites prioritaires, Etoy et Gland, sans toutefois négliger les autres candidats, car le potentiel économique de la vente de chaleur y est important et les partenaires industriels en place montrent un grand enthousiasme pour le projet.

Durant la phase B, l'étude parallèle de plusieurs sites, présenterait un avantage non négligeable en termes de délais et de coûts en cas de succès du site pilote. Toutes les données sismiques récoltées seront alors directement utilisables lors de la réalisation d'autres forages. Ces données sources disponibles permettraient de réduire le temps d'étude d'une implantation géothermique profonde d'environ un an.



Patrick Vallat