



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Rapport final 15. juin 2009

Projet de géothermie profonde à Lavey (VD)

Phase B : Etude de faisabilité technico-financière – rapport de synthèse

Mandant:

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

Cofinancement:

Etat de Vaud (SEVEN), Lausanne
Ville de Lausanne (SIL), Lausanne
Commune de Lavey
Commune de St-Maurice
Etat du Valais (SEN), Sion
Bourgeoisie de St-Maurice
Forces Motrices de l'Avançon, Bex VD
Romande Energies Renouvelables, Morges

Mandataire:

CESLA SA, Jean-Marc Narbel
CH-1829 Lavey-Morcles
jmnarbel@hispeed.ch

Auteurs:

Auteur principal : Gabriele Bianchetti, ALPGEO Sàrl, Sierre, bianchetti@alpgeo.ch
Co-auteurs : voir page 2 du rapport

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: 152'693 / 102'130

L'auteur de ce rapport porte seul la responsabilité de son contenu et de ses conclusions.



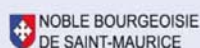
Phase B ETUDE DE FAISABILITE TECHNICO - FINANCIERE

Valorisation de la chaleur
&
Business Plan

RAPPORT DE SYNTHESE

Date : 15 juin 2009

Lieu : Bulle / Sierre



L'étude de faisabilité (phase B) du projet Agepp a été réalisée par les mandataires suivants :

Module CAPTAGE ET REJET DES EAUX PROFONDES

ALPGEO Sàrl, Hydrogéologues-Conseils, 3960 Sierre – MM. Gabriele Bianchetti et Germain Crestin

ES-Géothermie, 67953 Strasbourg – M. André Gérard (F)

Dr. Mario Sartori, cartographie géologique, 1966 Ayent

Dr. François Baillifard, 1934 Bruson

Dr. Raphaël Mayoraz, Dynamic Graphics Inc., Alameda-Californie (USA)

Centre de recherche en géothermie (CREGE), 2009 Neuchâtel – Dr. François Vuataz, M. Romain Sonney

Geothermal Explorers Ltd, 4133 Pratteln – MM. Markus Häring, Florentin Ladner et Ulrich Schantz

Swiss Seismological Service, 8093 Zürich – Dr. Nicholas Deichmann et Dr. Toni Kraft

ECOTEC Environnement SA, 1203 Genève – MM. Frédéric Hofmann et Gilles Garazi

Module VALORISATION DE LA CHALEUR

Energie Concept SA, 1630 Bulle – MM. Patrick Dewarrat et Dominique Perritaz

BM Engineering-Consulting, 1752 Villars-sur-Glâne – M. Beat Mauron

Energie solaire SA, 3960 Sierre – M. Olivier Graf

CREM, 1920 Martigny – M. Stéphane Storelli et Mme Mireille Monnard

Module PRODUCTION D'ELECTRICITE'

Eneftch Innovation SA, 1015 Lausanne – Dr. Malik Kane

JPR Concept & Innovation, 8610 Uster – M. Jean-Pierre Rickli

Services industriels, 1002 Lausanne – M. Frank Reinhardt

Hydro-Concept Sàrl, 1400 Yverdon-les-Bains – MM. Jean-Pierre Richoz et Mark McCormick

Module BUSINESS PLAN ET COMMUNICATION

Energie Concept SA, 1630 Bulle – MM. Patrick Dewarrat et Dominique Perritaz

Laurent Vanat Consulting Sàrl, 1224 Genève

Services industriels, 1002 Lausanne – M. Eric Chaillet (site WEB)

Sommaire

1	Introduction	- 5 -
2	Le projet Agepp	- 5 -
2.1	Type de projet	- 5 -
2.2	Objectifs du projet	- 6 -
2.3	Situation actuelle et future à Lavey	- 6 -
2.4	Planning et budget du projet	- 7 -
2.5	Etapes du projet réalisées	- 7 -
3	Etude de faisabilité technique et économique (phase B)	- 8 -
3.1	Budget et financement	- 8 -
3.2	Planning et engagement progressif du budget	- 8 -
3.3	Organisation	- 9 -
3.4	Approche de l'étude de faisabilité	- 9 -
3.5	Etudes réalisées et principaux résultats	- 10 -
4	Valorisation de la chaleur	- 15 -
4.1	Systèmes géothermiques	- 15 -
4.2	Production d'énergie électrique	- 16 -
4.3	Chauffage à distance CAD	- 17 -
5	Prix des différentes énergies	- 18 -
6	Clients (valorisation chaleur chauffage)	- 20 -
6.1	Bains de Lavey	- 20 -
6.2	Armasuisse	- 21 -
6.3	Commune de Lavey-Morcles	- 22 -
6.4	Plan d'assainissement du séparatif de Lavey-village	- 23 -
6.5	Commune St-Maurice	- 24 -
6.6	Expansion prévisionnelle du CAD de St-Maurice	- 25 -
6.7	Situation géographique des différents éléments	- 26 -
7	Scénarios de forage analysés	- 27 -
8	Scénario 4 (géothermie - biomasse)	- 28 -
8.1	Critères pour l'élaboration du scénario 4	- 28 -

8.2	Projet similaire à Bad Blumau (Autriche).....	- 28 -
8.3	Répartition optimale de l'énergie géothermale	- 29 -
8.4	Besoins énergétiques des consommateurs régionaux	- 30 -
8.5	Synergies entre Agepp et travaux communaux.....	- 30 -
8.6	Rentabilité en "Best-Case" et en "Worst-Case"	- 30 -
8.7	Stratégie de forage.....	- 30 -
9	Schéma et principe	- 32 -
9.1	Forage profond	- 33 -
9.2	Boucle géothermique.....	- 33 -
9.3	Centrale ORC.....	- 34 -
9.4	Boucle du chauffage à distance	- 34 -
10	Business plan comparatif sur solution retenue.....	- 35 -
10.1	Elaboration du Business Plan comparatif	- 35 -
10.2	Résultats sur Business plan comparatif avec FP à 40% et eau Bains à 3,4 cts/kWh *	- 36 -
10.3	Résultats sur Business plan comparatif avec FP à 60% et eau Bains à 4.5 cts/kWh *	- 37 -
11	Certificats CO₂	- 38 -
11.1	Business plan final sur option 4 BVAE.....	- 39 -
12	Conclusion sur option retenue	- 41 -
13	Option 4BVAE en chiffres	- 42 -
14	Secteurs d'investissements	- 43 -
14.1	Introduction	- 43 -
14.2	Secteur GEOTHERMIE	- 43 -
14.3	Secteur ELECTRICITE	- 43 -
14.4	Secteur CHAUFFAGE A DISTANCE	- 43 -
14.5	Schéma de principe avec secteurs d'investissements	- 44 -
14.6	Données chiffrées pour option 4BVAE	- 45 -
15	Investissements pour mise en œuvre de la phase C.....	- 46 -
15.1	Moyens financiers nécessaires	- 46 -
15.2	Financement de la phase C	- 47 -
15.3	Bases pour la discussion du 26 juin 2009	- 48 -
15.4	Dynamisation de la phase C.....	- 48 -
16	Conclusions sur étude de faisabilité TECHNICO-FINANCIERE	- 49 -

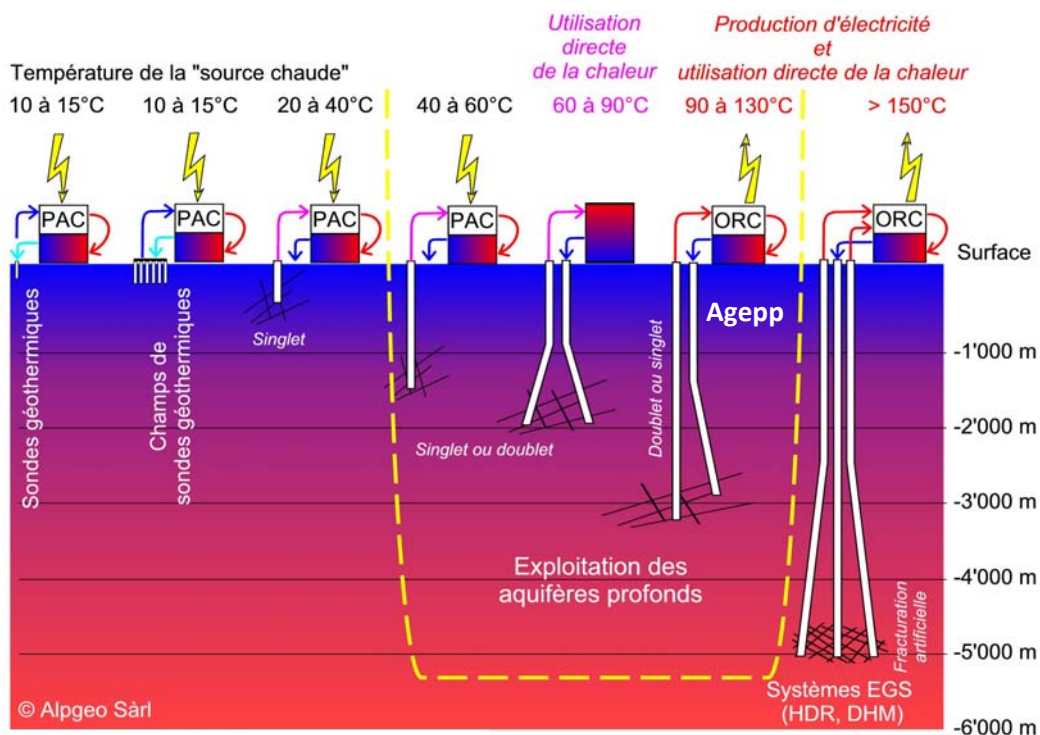
1 Introduction

Le projet Agepp (Alpine Geothermal Power Production) arrive au terme de l'étude de faisabilité (phase B). Celle-ci a été réalisée en deux parties, à savoir une étude détaillée des aspects techniques d'abord (phase B1), suivie d'une étude de faisabilité financière (phase B2). Au cours de l'étude, le bureau Energie Concept SA a été mandaté pour revoir l'aspect "**Valorisation de la chaleur**" et pour collecter toutes les données chiffrées nécessaires à l'établissement d'un **Business plan objectif**, élaboré à l'intention des futurs investisseurs.

Dans le cadre de son mandat, Energie Concept a d'abord évalué et chiffré à l'aide des différents mandataires trois scénarios retenus en phase B2. Suite à cette première analyse financière, ces trois options se sont révélées non rentables. Un **scénario 4**, combinant géothermie et biomasse, a été élaboré, en vue d'une cogénération chaleur/force. L'analyse de ce scénario est présentée de manière détaillée dans le présent rapport.

2 Le projet Agepp

2.1 Type de projet



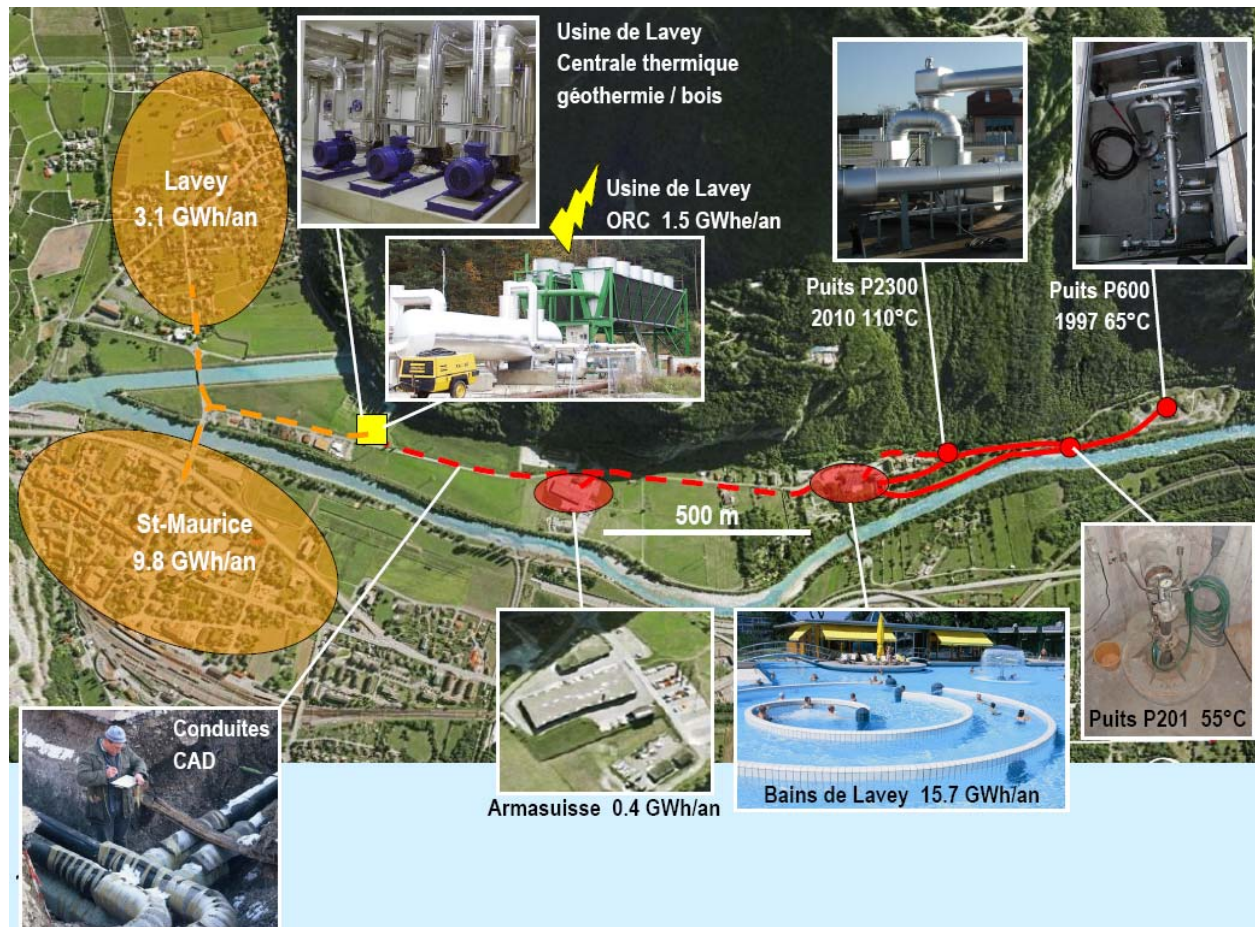
Modes d'exploitation de la géothermie

Le projet Agepp vise à exploiter par pompage des aquifères profonds (= roches fissurées contenant de l'eau chaude) situés dans les massifs cristallins alpins entre 2.5 et 3.0 km de profondeur. 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 situées à 5 km de profondeur pour créer un échangeur de chaleur. En clair, le projet Agepp ne va pas provoquer des séismes! Le mode d'exploitation des aquifères profonds avec un puits de pompage est une technique éprouvée et sans dangers, comme le démontrent les très nombreuses réalisations en service dans le monde (p. ex. doublets dans le Bassin Parisien en production depuis 20 à 40 ans).

2.2 Objectifs du projet

Le projet Agepp a pour but de démontrer, par la réalisation sur le site de Lavey d'un forage géothermique, qu'il est possible de produire, en plus de la chaleur, de l'électricité d'origine géothermale avec un fluide binaire en exploitant des aquifères profonds du Cristallin dans les Alpes Suisses.

2.3 Situation actuelle et future à Lavey



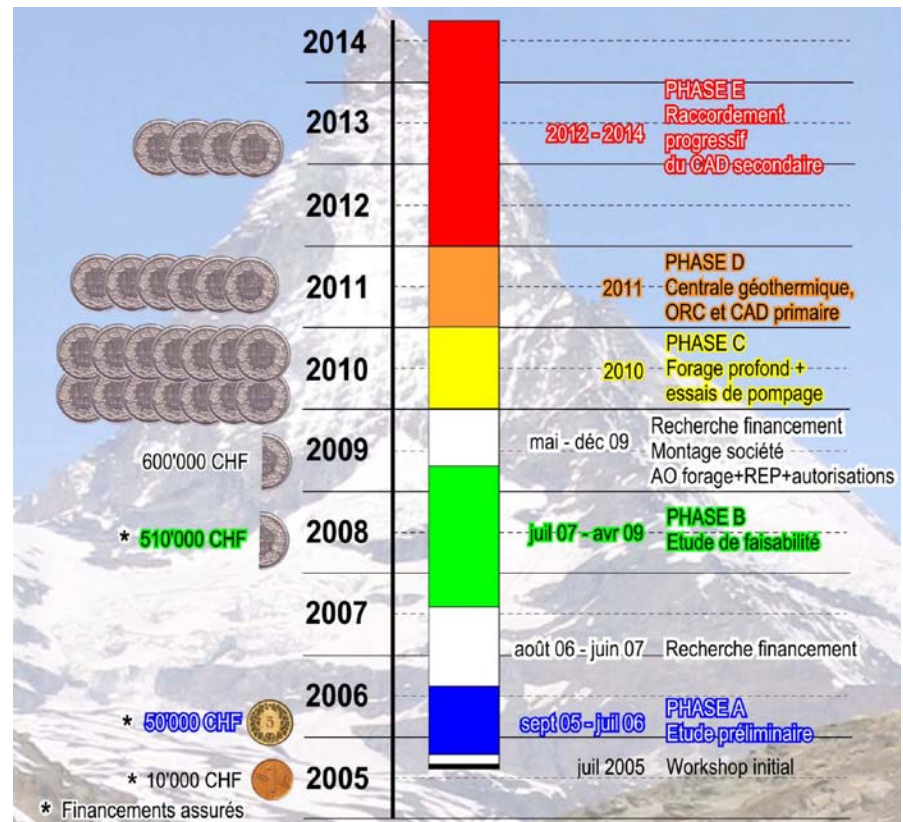
Actuellement, deux puits de pompage de 201 et 600 m de profondeur fournissent de l'eau thermale aux Bains de Lavey (consommation de chaleur annuelle : ~16 GWh).

Le forage profond prévu par le projet Agepp envisage, après avoir produit de l'électricité, de fournir la chaleur aux agglomérations de St-Maurice (VS) et Lavey (VD), via un réseau de chauffage à distance, et de valoriser la chaleur résiduelle pour alimenter les Bains de Lavey. On prévoit une production annuelle de 1.5 GWh_{el} et une consommation de chaleur de 29 GWh_{th} par an.

L'exploitation du futur puits profond se fera par singlet, à savoir avec rejet des eaux thermales dans le Rhône après utilisation thermique.

2.4 Planning et budget du projet

La réalisation du projet est prévue en plusieurs étapes successives, dont la plus importante est celle qui verra la réalisation d'un forage profond d'environ 3 km



2.5 Etapes du projet réalisées

Phase A : la première étape du projet Agepp, à savoir l'étude préliminaire réalisée de septembre 2005 à juillet 2006, a permis l'identification de zones aquifères profondes dans le Cristallin alpin de la Vallée du Rhône. Cette étude a démontré que le site de Lavey était le plus favorable pour la réalisation d'un forage profond en vue d'une production combinée chaleur/électricité. Les conditions étaient donc réunies pour démarrer l'étude de faisabilité du projet (phase B).

Phase B1 : dans un premier temps, une étude de faisabilité technique approfondie et détaillée sur la zone pilote de Lavey a été réalisée (juillet – décembre 2007). Elle a montré qu'il est possible de soutirer jusqu'à 60 lt/s avec une température de l'eau de l'ordre de 110-120 °C. Cette analyse montre qu'il n'y a aucun critère killer susceptible de compromettre la poursuite du projet. L'équipe mandatée a vérifié le type d'exploitation possible de l'aquifère profond. Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques et géochimiques particulières (importante recharge de l'aquifère, faible minéralisation de l'eau thermale), elle a opté pour une solution en singlet, qui consiste à pomper l'eau profonde avec un seul puits et de la rejeter, après valorisation thermique, dans un cours d'eau une fois refroidie à 30 °C.

Phase B2 : pour terminer, une étude de faisabilité économique a été réalisée de janvier 2008 à mai 2009 avec analyse détaillée de 4 scénarios de forage. Elle a pris en considération la valorisation de l'énergie géothermique en optant sur les deux domaines principaux que sont la production d'électricité via un fluide binaire (ORC) et la valorisation la chaleur résiduelle à travers d'un réseau de chauffage à distance (CAD), avec une utilisation optimale en cascade entre les utilisateurs de haute température jusqu'à ceux de basse température. L'analyse financière détaillée (Business Plan) sur le scénario 4 (alternative géothermie-biomasse) démontre qu'il est possible de réaliser un projet de géothermie profonde avec production d'énergie électrique et chaleur rentable financièrement sur le site de Lavey.

3 Etude de faisabilité technique et économique (phase B)

3.1 Budget et financement

Budget total et répartition

Rubriques	Montants
Montage, direction et coordination du projet	SFr. 65'000
Module "Captage et rejet des eaux profondes"	SFr. 215'000
Module "Production d'électricité"	SFr. 80'000
Module "Valorisation de la chaleur"	SFr. 35'000
Module "Business Plan/Communication/Aspects juridiques"	SFr. 50'000
Finalisation du rapport et édition	SFr. 20'000
Workshops (2x) + contrôle de qualité	SFr. 25'000
Divers et imprévus + réserves	SFr. 20'000

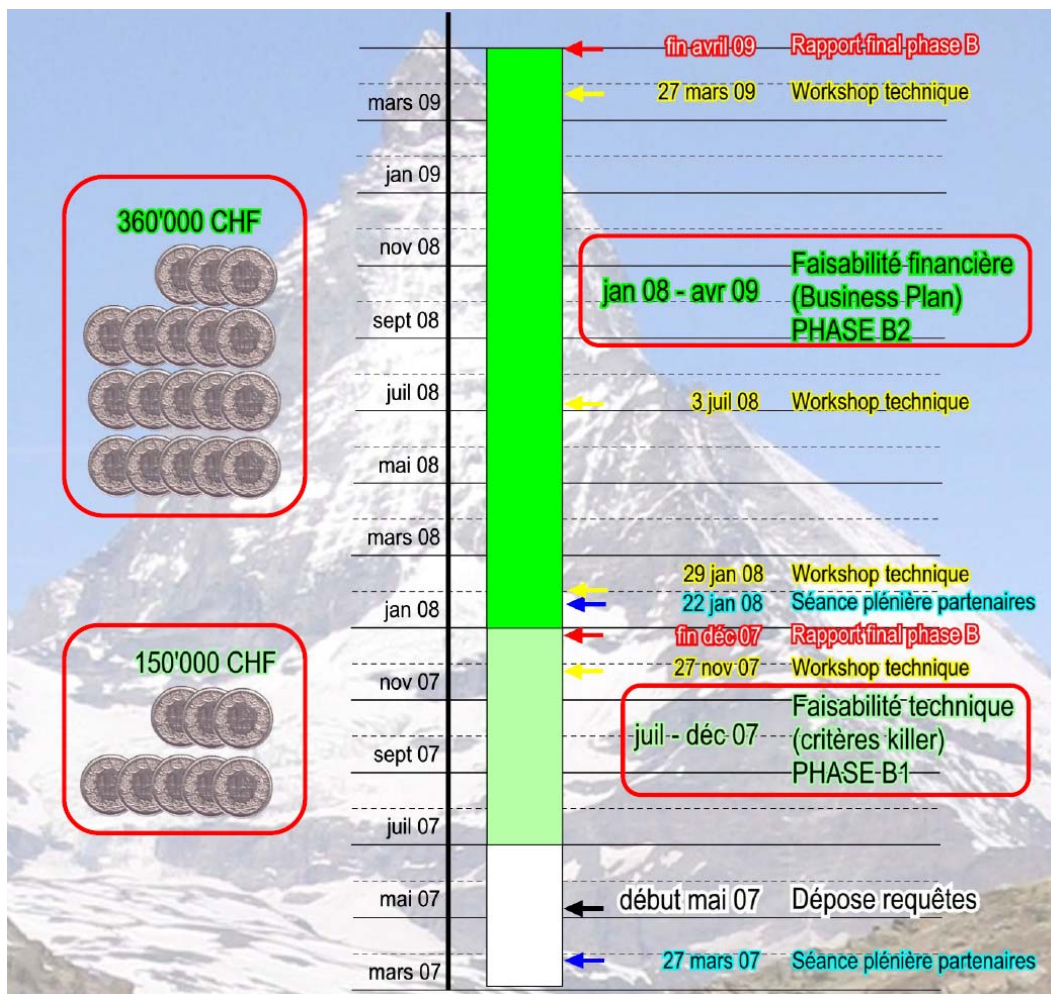
TOTAL TTC SFr. 510'000

Financement de la phase B (étude de faisabilité)

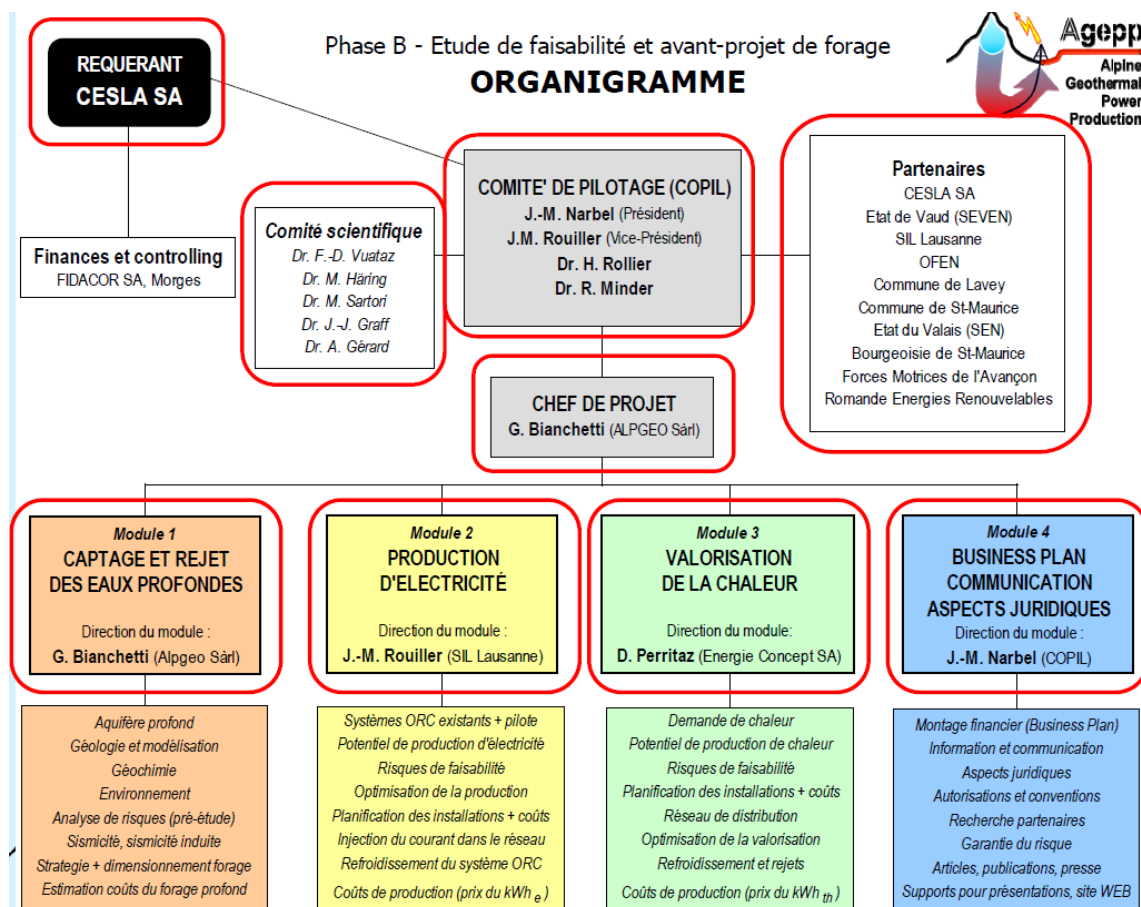
Partenaires	Montants	Répartition
CESLA SA (requérant)	SFr. 50'000	9.8%
Etat de Vaud (SEVEN)	SFr. 130'000	25.5%
SIL	SFr. 130'000	25.5%
OFEN	SFr. 140'000	27.5%
Commune Lavey	SFr. 10'000	1.96%
Commune St-Maurice	SFr. 10'000	1.96%
Etat du Valais (SEN)	SFr. 10'000	1.96%
Bourgeoisie St-Maurice	SFr. 10'000	1.96%
Forces Motrices Avançon	SFr. 10'000	1.96%
Romande Energies Renouvelables	SFr. 10'000	1.96%

TOTAL TTC SFr. 510'000 100%

3.2 Planning et engagement progressif du budget



3.3 Organisation



CESLA SA, société qui gère l'exploitation des puits de Lavey et la vente d'eau thermale aux Bains, est la requérante et partenaire du projet.

Le Comité de pilotage (COPIL) comprend un représentant des principaux partenaires du projet.

Le chef de projet est Gabriele Bianchetti, titulaire du bureau ALPGeo Sàrl, initiateur du projet Agepp et hydrogéologue responsable du suivi de l'exploitation des puits de pompage de Lavey-les-Bains, qui appartiennent à l'Etat de Vaud.

3.4 Approche de l'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité s'est divisée en deux axes, l'axe vertical concernant l'étude du forage et l'axe horizontal pour la valorisation de l'énergie.

Axe vertical :

Il a servi à identifier les trois facteurs les plus importants du projet qui sont la profondeur de forage, le débit et la température des eaux profondes. Afin de déterminer le débit et la température, une étude géologique poussée a été dirigée par le bureau Alpgeo Sàrl. En se basant sur l'étude détaillée de la fissuration et sur un modèle géologique 3D du réservoir corrélé avec les données des forages P201 et P600, le potentiel d'exploitation a été identifié entre 40 et 60 lt/s. En phase B1, une analyse effectuée par le Centre de recherche en géothermie (CREGE) sur le chimisme de l'eau des forages P600 et P201 a démontré que le fluide géothermique atteint en profondeur une température comprise entre 100 et 120 °C.

En parallèle, une étude de sismicité régionale a été menée par le Service sismologique suisse afin de connaître l'état de la sismicité dans la région de Lavey. Même si le projet Agepp ne vise pas une fracturation artificielle du massif rocheux, qui a été la cause des séismes induits par le forage profond de Bâle, par mesure de précaution un suivi de la sismicité sera assuré lors des travaux de perforation et lors des pompages. On rappellera que le forage géothermique prévu à Lavey va exploiter un aquifère profond connu, à savoir une zone déjà naturellement fissurée.

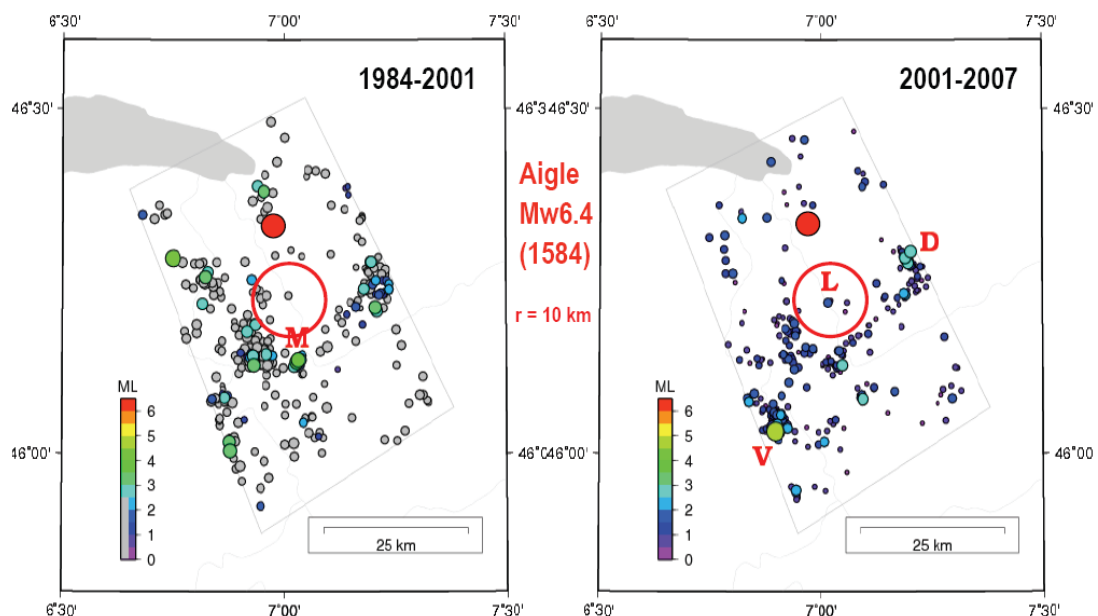
Une fois tous ces paramètres réunis, l'équipe de géologues s'est plongée sur le concept d'exploration. Il s'agit de déterminer l'emplacement, la profondeur, les diamètres de perforation ainsi que la géométrie et l'orientation du futur forage profond. Ces paramètres ont permis de définir une fourchette de prix pour le forage profond.

Axe horizontal :

A partir des données de l'axe vertical, le travail de l'axe horizontal est de valoriser le potentiel énergétique avec un rendement technique, écologique et économique optimal. Le présent rapport traite surtout de la valorisation de la chaleur, c'est pourquoi ce paragraphe ne va pas s'étendre sur le sujet.

3.5 Etudes réalisées et principaux résultats

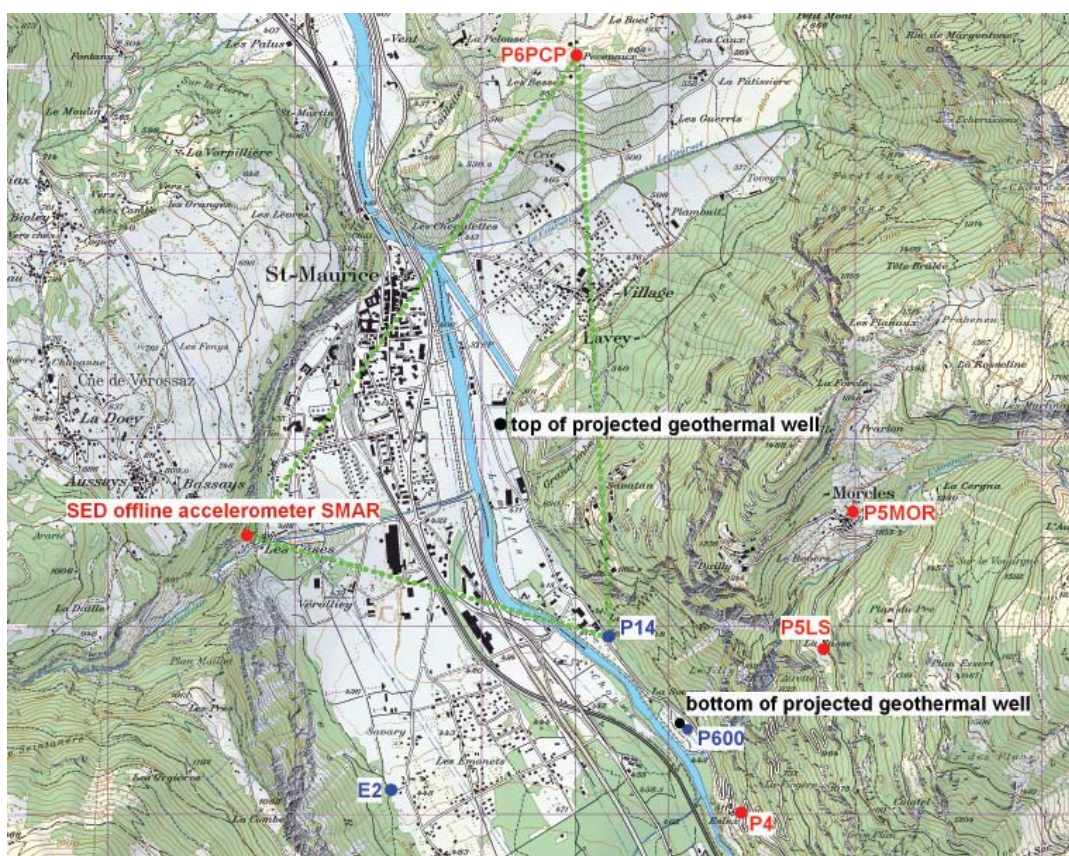
3.5.1 Analyse historique de la sismicité régionale (état 0)



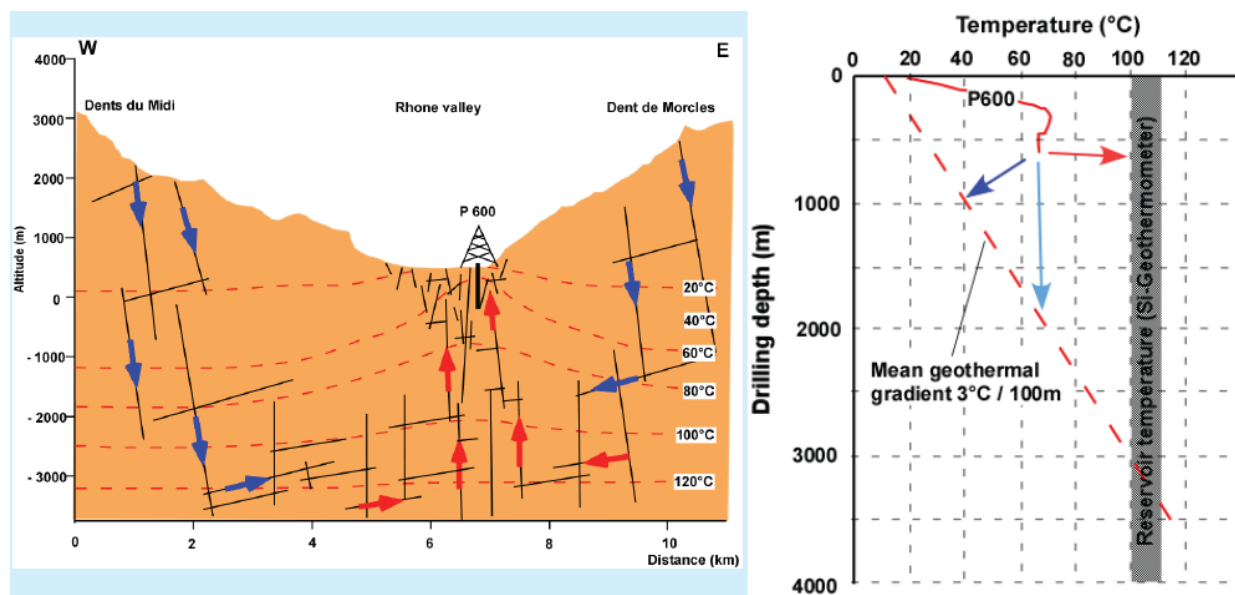
Comparée au reste de la Vallée du Rhône, la région de Lavey (L) n'est pas très active au niveau de la sismicité. Toutefois, au niveau régional, on recense un séisme majeur (Mw 6.4) qui s'est produit en 1584 à proximité de Aigle.

3.5.2 Concept pour un réseau de surveillance sismique

Les stations actuelles du Service sismologique suisse ne permettent pas de localiser avec précision des séismes dans la région de Lavey. L'option de réseau la plus appropriée au site de Lavey et aux objectifs recherchés comprend au minimum trois stations de mesure (cf. figure ci-après), en combinant des stations en surface et dans un forage, ce qui permettrait d'atteindre une résolution de 100-200 m.



3.5.3 Concept d'exploration par forage profond



Actuellement on a une bonne estimation de la température de l'eau dans l'aquifère profond (100 à 120°C), mais on ne connaît pas sa profondeur exacte. Celle-ci sera déterminée par l'évolution du gradient géothermique au-delà de la profondeur explorée à ce jour de 600 m. Avec des valeurs de gradient normal (augmentation de 30°C par km d'approfondissement), le réservoir profond pourrait être atteint à des profondeurs de l'ordre de 2'000 m

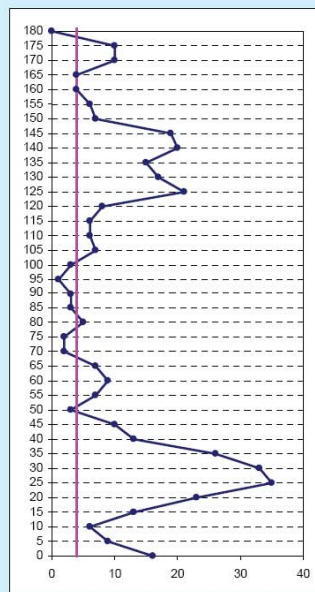
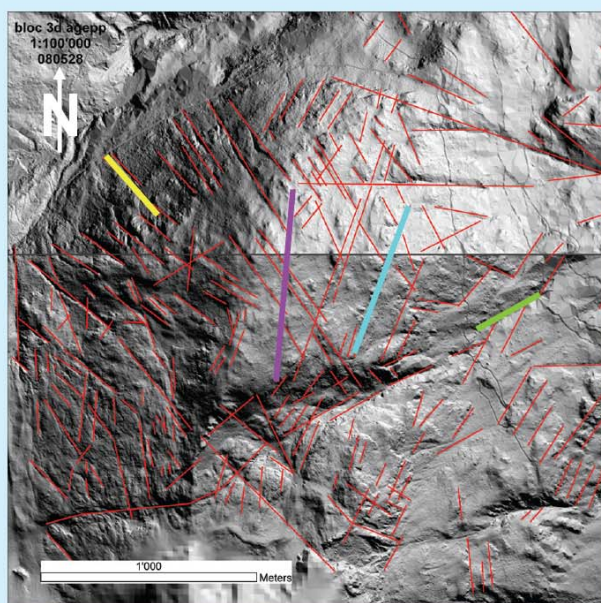
3.5.4 Stratégies et coûts du forage profond

N.B. : Travaux et prix évalués sur la base du Fil Rouge des programmes		Forage P 2300		Forage P 3600	
Travaux	Montant estimatif (FRS)	Commentaires	Montant estimatif (FRS)	Commentaires	
Mob, Démob, Génie civil	1 920 000	Le coût de construction de la plateforme n'inclut pas les éventuelles spécificités réglementaires suisses et devra être revu selon l'implantation exacte	1 920 000	Le coût de construction de la plateforme n'inclut pas les éventuelles spécificités réglementaires suisses et devra être revu selon l'implantation exacte	
Appareil de forage et divers	2 130 000	Attention : l'appareil proposé serait également capable de forer jusqu'à 3600m et serait donc de puissance « sécurisante » vis-à-vis des aléas divers du programme envisagé.	2 320 000	L'écart avec le coût du forage à 2300m est apparemment faible. Ceci s'explique par la plus grande simplicité du programme et des tests de plus courte durée.	
Tubages, Cimentations, divers	1 185 000	Sur base prix des aciers en Octobre 2008	1 230 000	Sur base prix des aciers en Octobre 2008	
Tubages inox hors accessoires	1 170 000	Sur base prix des aciers en Octobre 2008	2 370 000	Sur base prix des aciers en Octobre 2008	
Consommables chantiers, Outils, déviation, boues, diagraphies	1 120 000		1 250 000		
Logistique, Traitements, Environnement	895 000	L'estimation des effluents n'intègre pas d'éventuelles particularités de la réglementation suisse	1 105 000	L'estimation des effluents n'intègre pas d'éventuelles particularités de la réglementation suisse	
Autres frais	575 000		815 000		
TOTAL	8 995 000 (Arrondis à 9 000 000)	Ce prix est estimé sur une base « Clés en main ». Il comprend dix ¹ jours d'essais et développement du puits et une assurance « Tous risques chantier ». Il est donné hors coût d'assistance à Maîtrise d'Ouvrage.	11 010 000 (Arrondis à 11 000 000)	Ce prix est estimé sur une base « Clés en main ». Il comprend cinq ¹ jours d'essais et développement du puits et une assurance « Tous risques chantier ». Il est donné hors coût d'assistance à Maîtrise d'Ouvrage.	

Les prix établis par une entreprise de forages profonds ne montrent pas une grande différence entre un forage dévié de 2'300 m et un forage jusqu'à 3'600 m. Il s'agit d'estimations pour une opération "clés en main" avec une assurance tous risques. En cas de dépassement du temps de perforation estimé, il faut compter avec un montant de l'ordre de 50'000 Fr. par jour (assurance et consommables compris).

3.5.5 Étude statistique de la fissuration régionale

Analyse à l'échelle hectométrique (MNT-MO / orthophotos)



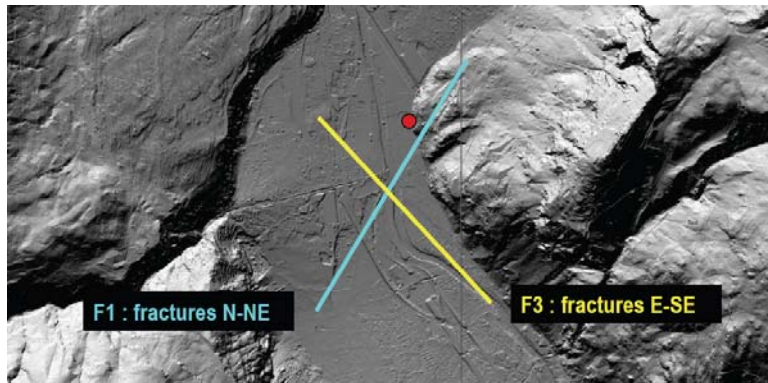
Nb= 580 traces

Famille 4: 165-190

Famille 3: 120-150

Famille 2: 050-070

Famille 1: 010-050

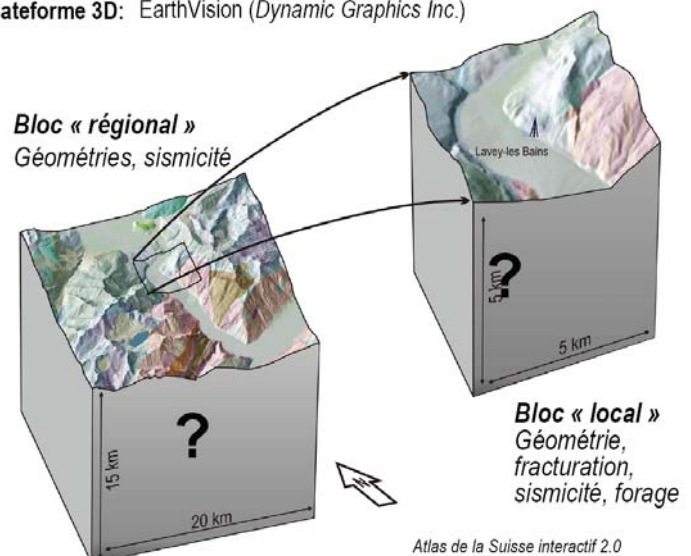


L'analyse statistique de la fissuration régionale montre que deux familles de fractures sont susceptibles de drainer les eaux thermales profondes. La solution idéale mais irréaliste qui permet de recouper les deux cibles potentielles consiste à forer dans la direction N255° avec une inclinaison dans le réservoir profond de 7° (forage subhorizontal).

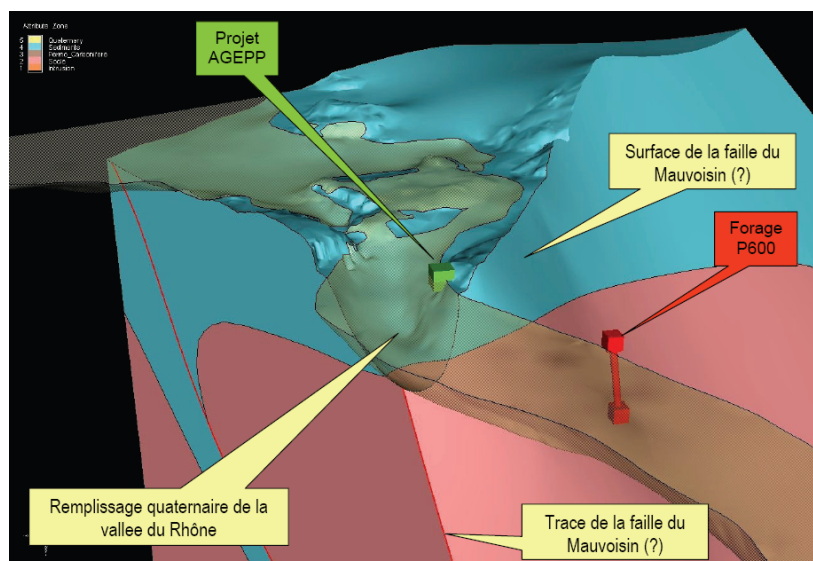
3.5.6 Modèle géologique 3D

Le modèle géologique 3D a été établi sur deux blocs, l'un régional permettant de visualiser les grandes structures et l'autre local centré sur la région de Lavey. Le bloc local doit permettre de "guider" le forage profond afin de recouper les cibles géothermiques potentielles, représentées par trois zones fissurées, à savoir une zone d'extension régionale sous l'auge glaciaire, une zone constituée des premières centaines de mètres sous le toit du cristallin et une ou plusieurs zones à forte densité de fractures accompagnant les failles régionales de Mauvoisin et St-Barthélemy.

Plateforme 3D: EarthVision (Dynamic Graphics Inc.)

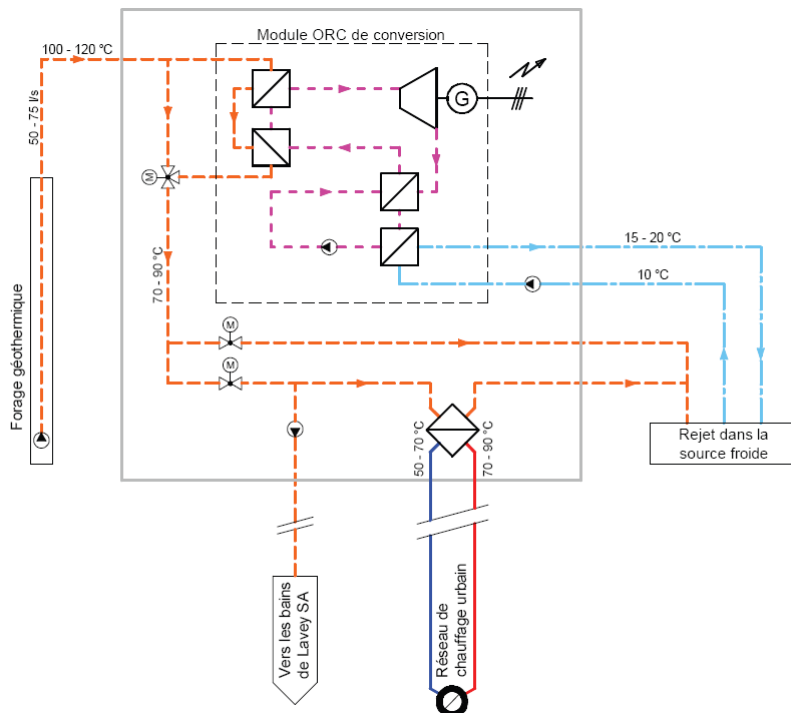


Concernant la direction idéale du futur forage profond, l'option initialement prévue avec un azimuth N155° (forage dévié depuis l'usine hydroélectrique de Lavey en direction des Bains) n'est pas favorable. Un forage vertical ne représente pas la solution idéale, mais permet quand même de recouper un nombre suffisant de fissures aquifères. La solution optimale est celle d'un forage dévié situé à proximité des Bains et orienté vers N335° (en direction de l'usine hydroélectrique) avec une inclinaison de 45°.



3.5.7 Optimisation de la production d'électricité

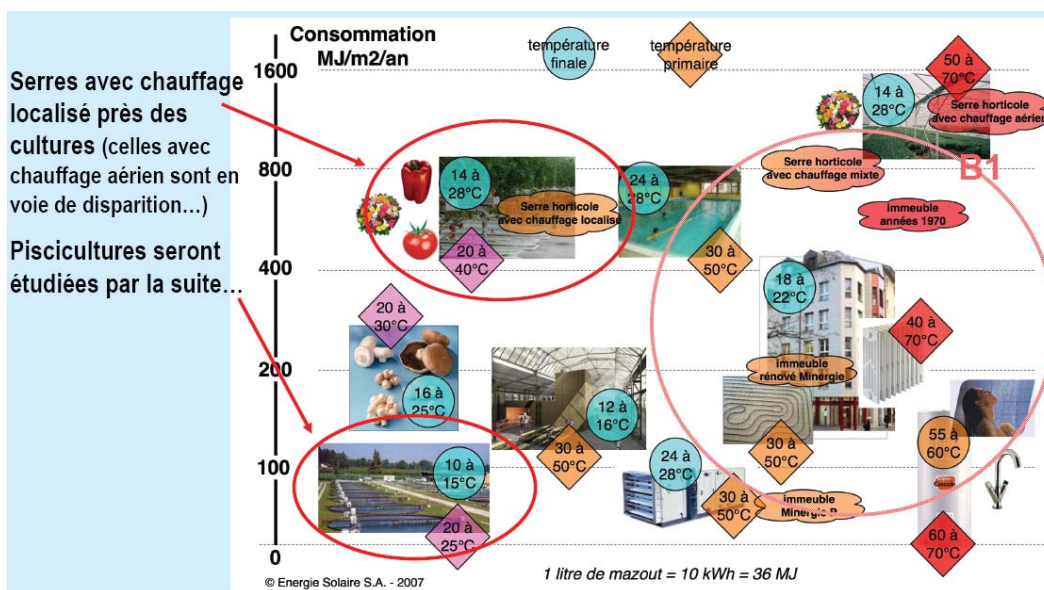
Au début de l'étude, la production d'électricité a été optimisée avec des solutions non standard permettant un rendement optimal obtenu en utilisant des fluides binaires les mieux adaptés aux températures du projet. Le principal problème est représenté par le système de refroidissement de l'ORC, en raison de la forte teneur en sédiments de l'eau pompée dans le canal de fuite de l'usine hydroélectrique.



Par la suite la valorisation de la chaleur a été privilégiée en raison du meilleur rendement économique par rapport à la production maximale d'électricité

La centrale ORC sera constituée d'une chaudière à bois à eau surchauffée et d'un module ORC standard de 250 kW (cf. § 9 ci-après). Le type de refroidissement (aéroréfrigérant ou eau provenant des sources de massif calcaire) reste à définir.

3.5.8 Valorisation de la chaleur géothermique



Des synergies pour la mise en place de réseaux de chauffage à distance à St-Maurice et Lavey ont été recherchées en étroite collaboration avec les responsables des deux communes et de la Bourgeoisie de St-Maurice, qui exploite déjà un CAD (cf. § 8 ci-après). Des solutions pour valoriser la chaleur résiduelle de basse température ont été aussi évaluées, notamment pour le chauffage de serres.

4 Valorisation de la chaleur

4.1 Systèmes géothermiques

La géothermie de très basse enthalpie (température <20°C)

Elle concerne les aquifères peu profonds d'une température inférieure à 20°C.

Utilisation : le chauffage avec pompes à chaleur et la climatisation.

La géothermie de basse enthalpie (20 à 90°C)

Appelée également basse température, elle consiste à utiliser une eau à moins de 90°C exploitée dans des aquifères situés entre 300 et 2'500 mètres de profondeur.

La majorité des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires de la planète car ils recèlent généralement des roches poreuses et perméables (grès, conglomérats, sables, roches calcaires karstifiées). En Suisse, on trouve principalement des aquifères de fissures dans des roches sédimentaires ou cristallines.

Utilisation : Le niveau de chaleur n'est pas assez élevé pour produire de l'électricité, mais suffisant pour le chauffage des habitations, des bains thermaux et certaines applications industrielles. Au-delà de 60-70°, on peut envisager un chauffage direct, sans pompes à chaleur.

La géothermie moyenne enthalpie (90 à 150°C) : Agepp

Dite aussi géothermie de moyenne température, elle se présente sous forme d'eau chaude ou de vapeur humide à une température comprise entre 90 et 150°C.

Utilisation : Pour produire de l'électricité, une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide de travail intermédiaire est nécessaire (Systèmes ORC avec fluide binaire). La production de froid est possible par des systèmes à absorption, production de chaleur pour le chauffage et les applications industrielles.

La géothermie de haute enthalpie (température >150°C)

La géothermie haute enthalpie ou haute température concerne les fluides qui atteignent des températures supérieures à 150°C. Les réservoirs exploités généralement localisés entre 1'000 et 3'000 mètres de profondeur se situent dans des zones de gradient géothermique très élevées qui n'existent pas en Suisse.

Utilisation : production d'électricité + valorisation de la chaleur résiduelle pour du chauffage.

La géothermie profonde des roches chaudes fracturées (EGS)

Il s'agit d'une variante pour l'exploitation de la géothermie de haute enthalpie. Contrairement aux autres systèmes d'exploitation décrits ci-dessus, elle vise à créer de manière artificielle un réservoir géothermique dans un massif cristallin. Entre trois et cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous très fortes pressions (500 à 800 bars) dans la roche par un premier forage. Elle se réchauffe en circulant dans les fissures et failles, puis est pompée par un deuxième forage jusqu'à un échangeur de chaleur. Un fluide de travail capte l'énergie géothermique et fait tourner une turbine permettant la production d'électricité. Plusieurs expérimentations de cette technique sont en cours dans le monde, notamment sur le site pilote européen de Soultz-sous-Forêts en Alsace. L'échec de Bâle montre que cette technologie n'est pas encore mûre pour une exploitation industrielle de la chaleur.

Utilisation : production d'électricité + valorisation de la chaleur résiduelle pour du chauffage.

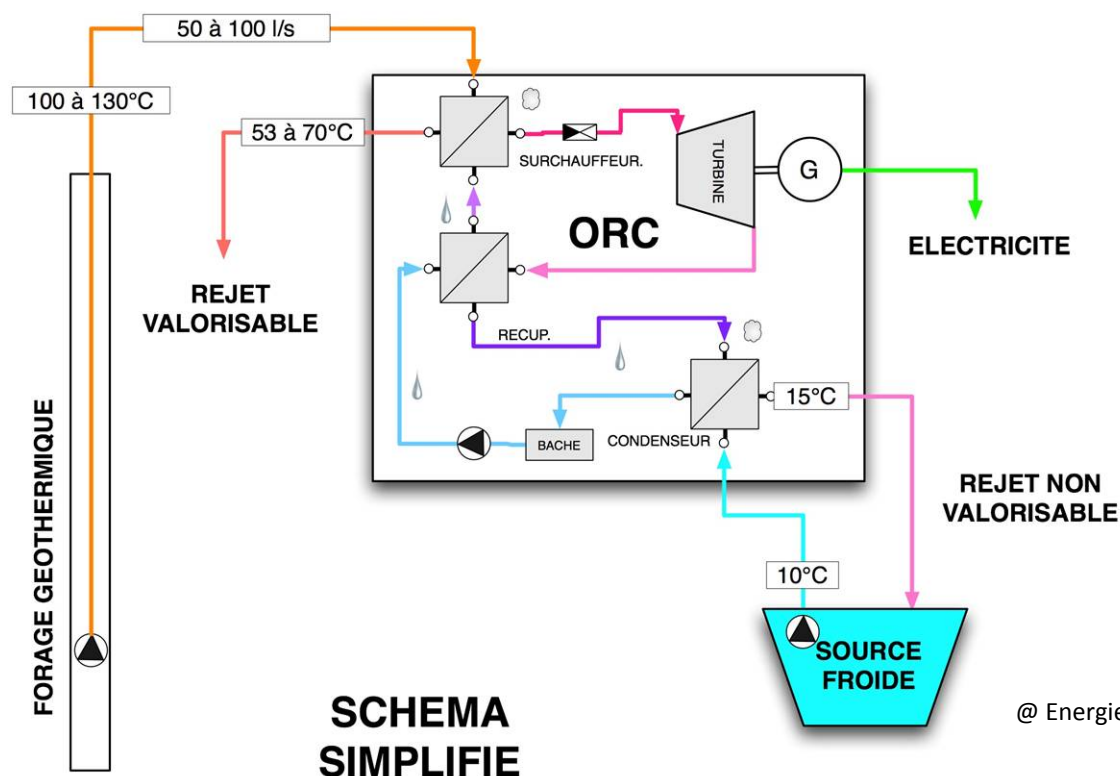
4.2 Production d'énergie électrique

La géothermie de moyenne enthalpie (90 à 150°C) est adaptée à la production d'électricité, pour autant que la température atteigne au moins 100 °C à l'entrée de la centrale électrique. Si cette température n'est pas atteinte, les rendements deviennent tellement faibles qu'il vaut mieux valoriser l'énergie géothermique par d'autres biais.

Infrastructure : Système ORC

Application : Production d'énergie électrique

Descriptif: Le système ORC fonctionne sur le principe du cycle de Rankine en boucle fermée. Le fluide est évaporé dans un surchauffeur pour être ensuite détendu dans une turbine à vapeur couplée à un alternateur. Finalement ce fluide est ramené à l'état liquide dans un condenseur couplé à une source froide. Pour que le système fonctionne correctement, il demande une température minimale de la source chaude à 100 °C. Dans ce cas de figure, on obtient actuellement des rendements nets pour la production d'énergie électrique compris entre 6 et 7 % avec des températures de 180 °C. Des rendements intéressants économiquement de 16 à 17 % peuvent être atteints



@ Energie Solaire SA

Figure 1: Schéma simplifié d'un système ORC tiré du rapport Agepp de phase B1 (Enefttech SA)

4.3 Chauffage à distance CAD

La géothermie de moyenne enthalpie (90 à 150°C) est particulièrement bien adaptée au chauffage à distance. Elle permet à l'aide d'éléments simples, échangeur de chaleur et pompes, de distribuer la chaleur résiduelle pour le chauffage des bâtiments et la production d'eau chaude sanitaire.

Le principe de transport et de distribution de chaleur traditionnellement utilisé est constitué par un réseau de chauffage à distance en **circuit fermé**. Un échangeur de chaleur fait le lien entre le circuit avec l'eau géothermale et le CAD. L'eau du forage peut être refroidie et restituée dans une rivière (mode d'exploitation appelé "singlet") ou réinjectée dans un second forage ("doublet").

Dans le cadre du projet Agepp, le mode d'exploitation en singlet sera privilégié. L'avantage de cette solution se situe au niveau des coûts. Une exploitation en doublet (pompage et réinjection dans l'aquifère profond) ne sera envisagée que si les pompages de longue durée montreront la nécessité de réalimenter l'aquifère profond. Ce mode d'exploitation plus coûteux à l'investissement (deux puits) permet toutefois de soutirer des débits plus importants.

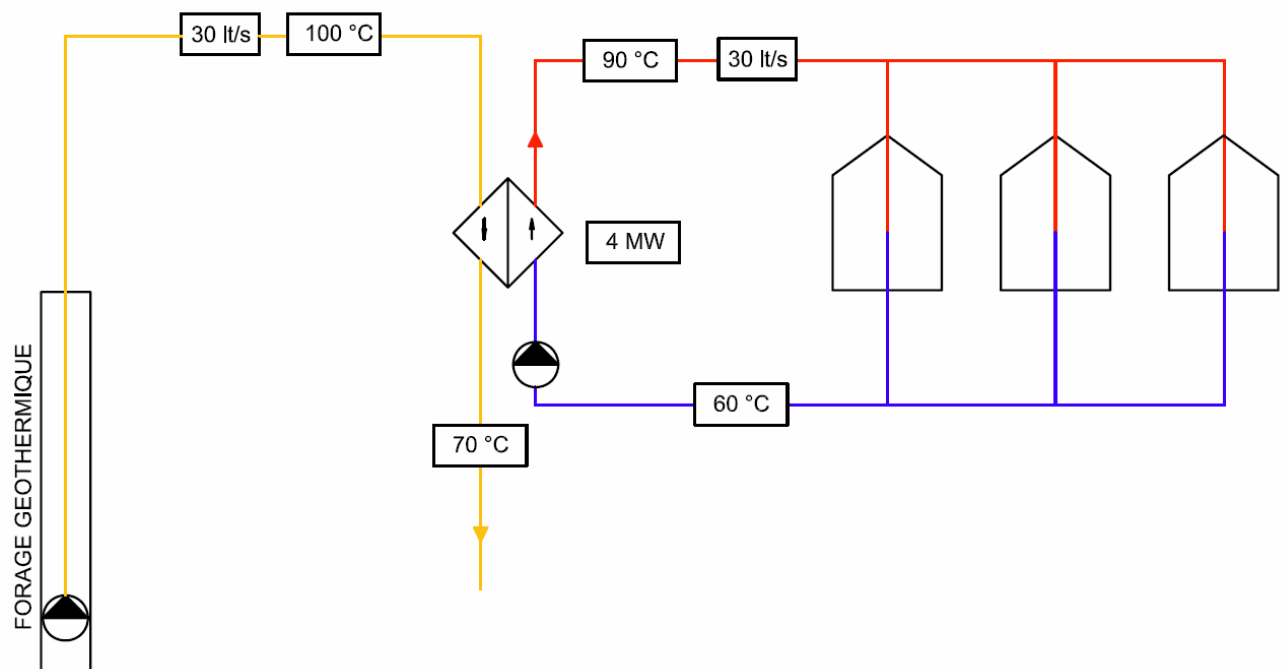


Figure 2 : Schéma variante traditionnelle bitubes

5 Prix des différentes énergies

Comparatif des énergies sur un nouvel immeuble

Afin d'avoir une idée sur un prix de vente plausible du kWh géothermique, nous nous sommes mis dans la peau d'un investisseur construisant un nouvel immeuble de neuf appartements dans le canton de Vaud. Avec les nouvelles lois imposant une part d'énergie renouvelable dans les nouveaux bâtiments pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS), les investissements deviennent conséquents et le prix de revient du kWh prend l'ascenseur.

Données de base :

Bâtiment neuf de 9 appartements

Surface de réf. énergétique SRE = 966.7 [m²]

Calcul selon les normes vaudoises en vigueur

Calcul selon SIA 380/1 (éd. 2007)

30% ECS avec énergies renouvelables

Grâce à une isolation performante : $Q_h = 80 \% Q_{hli}$

Fournisseur pour les 5 comparaisons : HOVAL Herzog AG

Amortissement sur 25 ans à 4 %

	CAD	Mazout+ Solaire	Gaz+ Solaire	PAC+ Solaire	Pellets
Installation ECS (30% solaire) [CHF]		34000	34000	34000	
Installation ECS [CHF]	12000				12000
Raccordement + Taxes [CHF]	5000		5000		
Sous station [CHF]	10000				
Installation de chauffage (Chaudière/PAC ...)		15850	12200	29000	40000
Sondes géothermiques + forage [CHF]				64000	
Stockage énergie [CHF]		5000			10000
Cheminée [CHF]		6000	6000		6000
Total Investissement [CHF]	27000	60850	57200	127000	68000
Coût annuel avec amortissement [CHF]	1728	3895	3661	8130	4353

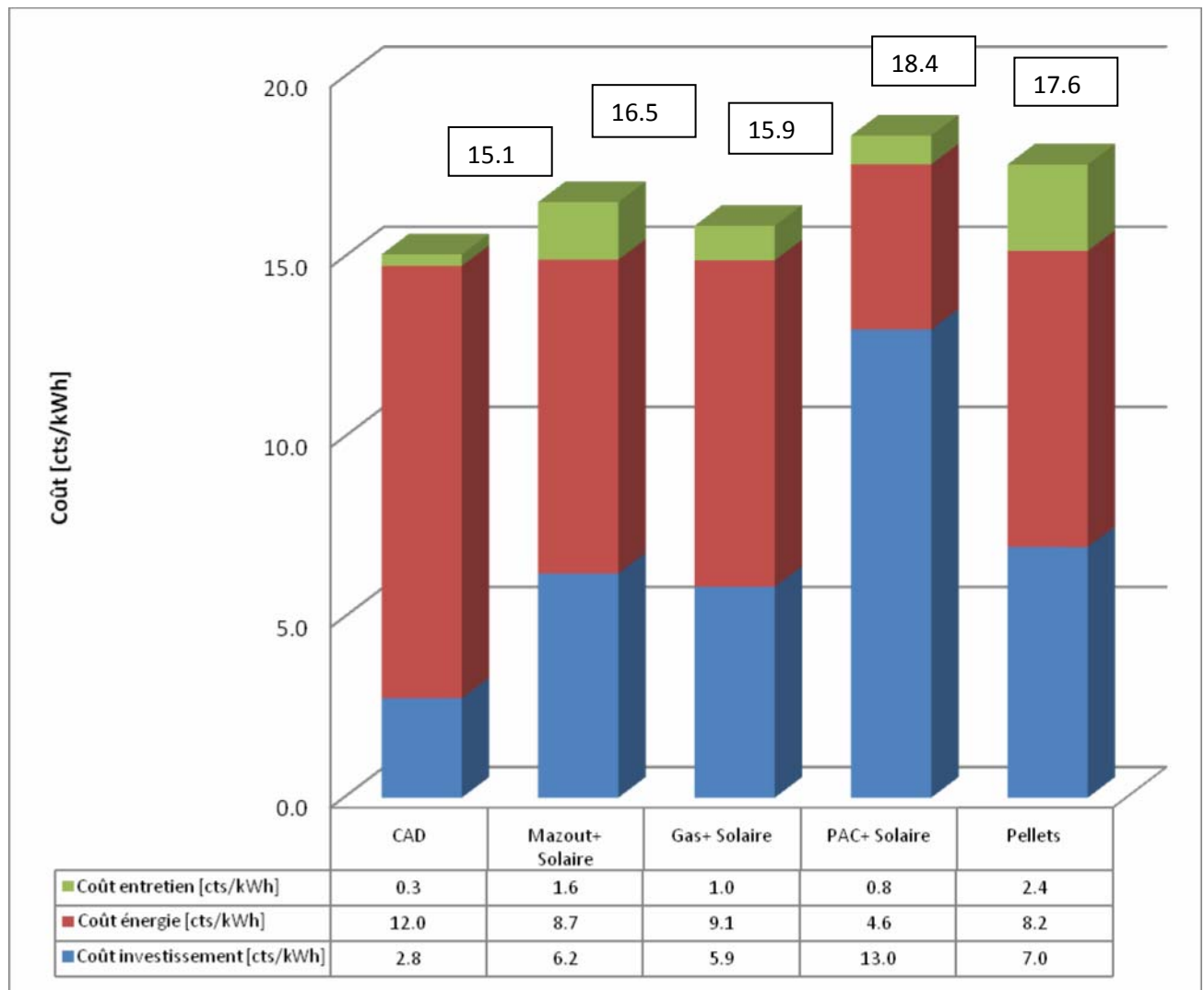
Coût de l'énergie [Cts/KWh] (excl. solaire)	12	9.15	9.8	19	7.4
---	----	------	-----	----	-----

Rendement (normalisé selon HOVAL)[%]	100.0%	104.0%	107.0%	410.0%	90.0%
--------------------------------------	--------	--------	--------	--------	-------

Coût d'entretien/Exploitation annuel [CHF]	200	1000	600	500	1500
Coût annuel [CHF]	9435	10342	9932	11499	10996

Coût investissement [cts/kWh]	2.8	6.2	5.9	13.0	7.0
Coût énergie [cts/kWh]	12.0	8.7	9.1	4.6	8.2
Coût entretien [cts/kWh]	0.3	1.6	1.0	0.8	2.4
Coût Total [cts/kWh]	15.1	16.5	15.9	18.4	17.6

Prix de vente



Pour que l'énergie géothermique soit économiquement attrayante, le prix de vente de l'énergie aux utilisateurs finaux ne doit pas dépasser 12 [cts/kWh] pour des bâtiments neufs.

Pour des bâtiments existants, le prix ne doit pas dépasser 10 [cts/kWh]. En effet, sans la part d'énergie renouvelable imposée par les nouvelles normes, le coût d'investissement sur l'installation de chauffage traditionnel était divisé par deux par rapport aux conditions actuelles.

A titre indicatif, les Services Industriels de Lausanne vendent l'énergie thermique à 9,1 [cts/kWh] à Lausanne.

Dans le cadre du projet Agepp, nous allons admettre un prix de vente moyen du kWh thermique à 10,5 [cts/kWh] au consommateur final.

En comptant un prix moyen de 2,5 cts/kWh pour la distribution de l'énergie dans le sous-réseau, on peut admettre un prix de vente moyen de 8 [cts/kWh] pour l'eau à 80 [°C] dans la boucle CAD.

6 Clients (valorisation chaleur chauffage)

6.1 Bains de Lavey



Alternative 4	Chaleur retour
Puissance maximale absorbée [kW th]	2'700
Taux d'utilisation [h]	5'815
Energie annuelle consommée [kWh th]	15'700'000
Température entrée [°C]	63
Température sortie [°C]	36
Consommation annuelle d'eau thermique [m3]	500'797
Prix de vente [cts/kWh]	~5

La société CESLA SA fournit actuellement les Bains de Lavey, propriété du groupe Eurothermes, en eau chaude géothermale provenant de deux forages, le P201 et le P600.

Le forage vertical P201 (201 m de profondeur) datant de 1972 produit un débit de 9 lt/s à une température de 55°C alors que le forage dévié P600 (517 m de profondeur) datant de 1997 produit un débit de 22 lt/s à une température de 65°C.

Depuis 2001, les deux puits (P201 et P600) fonctionnent en même temps pour alimenter les Bains en quantité suffisante.

Actuellement, le débit de ces deux puits est suffisant au vu de la consommation des Bains de Lavey. Par contre, une panne au niveau du puits P600 mettrait en péril l'exploitation en période hivernale, c'est pourquoi il est nécessaire d'avoir un approvisionnement de secours en cas de panne de l'un des deux puits.

Le prix de vente actuel du kWh thermique géothermal est de 2.5 cts/kWh. Ce prix historiquement bas va être renégocié dans le courant de l'année 2009 à un prix raisonnable et encore très favorable par rapport au marché énergétique actuel, en tenant compte de la convention passée entre CESLA SA et les Bains. A titre indicatif, le centre thermal de Charmey, lui aussi géré par Eurothermes, achète le kWh thermique issu du bois à 11.2 cts/kWh et à ce prix là, ils ne bénéficient pas d'eau géothermale avec tout l'aspect thérapeutique qui en découle. (Liberté du 04.04.2008 - Bains de la Gruyère et commune de Charmey)

6.2 Armasuisse



Alternative 4	Chaleur retour
Puissance maximale absorbée [kW th]	220
Taux d'utilisation annuel [h]	2'000
Energie annuelle consommée [kWh th]	440'000
Température entrée [°C]	70
Température sortie [°C]	55
Consommation annuelle d'eau thermique [m3]	25'263
Prix de vente [cts/kWh]	8.9

Depuis le début de l'année 2007, Armasuisse est intéressée à relier son infrastructure de Lavey au CAD Agepp. Les premières entrevues avec CESLA SA ont été fructueuses et ont débouché sur une proposition de contrat en novembre 2008.

Comme le site des Bains de Lavey, ce consommateur de chaleur est relié à la boucle géothermale et va bénéficier d'eau thermique à 70°C pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Une fois la chaleur soutirée, l'eau est réinjectée dans la boucle géothermale à une température de 55 °C pour une seconde valorisation sur le site des Bains de Lavey.

6.3 Commune de Lavey-Morcles



Alternative 4	Chaleur CAD
Puissance maximale absorbée [kW th]	1'000 - 1'500
Taux d'utilisation annuel [h]	2'500
Energie annuelle consommée [kWh th]	2'500'000 - 3'750'000
Température entrée [°C]	85
Température sortie [°C]	60
Prix de vente [cts/kWh]	7.5 - 9.0

Le réseau séparatif des eaux usées de la commune de Lavey-village est en cours d'assainissement. Ce programme est prévu sur 9 ans par étapes annuelles (actuellement à l'année 2). Après analyse du plan d'assainissement, on a pu constater que les fouilles du séparatif concordent avec le tracé du sous-réseau de chauffage à distance envisagé.

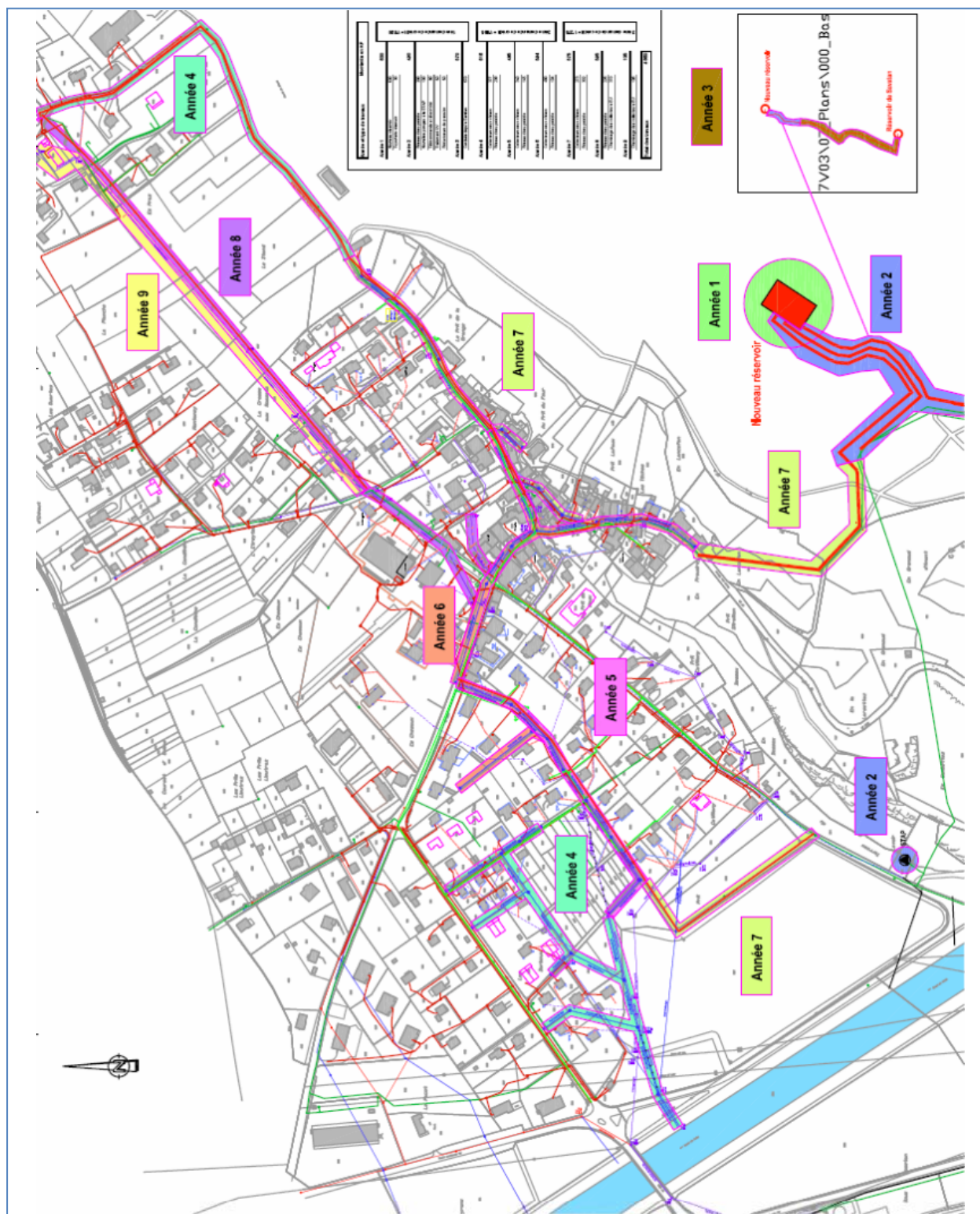
Le calendrier des deux projets concorde et on pourrait bénéficier d'une synergie entre le projet Agepp et le plan d'assainissement. Si tout se déroule comme prévu, les premiers raccordements pourraient débuter en 2013 pour se finaliser en 2016 selon calendrier transmis.

Une enquête auprès des habitants a été lancée dans le but de confirmer ou d'infirmer la puissance thermique de 1000 kW introduite dans le Business plan.

L'enquête a révélé un intérêt de raccordements pour 31 bâtiments pour une puissance de plus de 1700 kW au réseau de chauffage à distance Agepp (650 kW mazout et 1050 kW gaz)

Au vu des résultats de l'enquête, nous avons adapté de manière prudente le Business plan en augmentant de 1000 à 1500 kW th la puissance souscrite à l'échangeur principal de Lavey-village.

6.4 Plan d'assainissement du séparatif de Lavey-village



6.5 Commune St-Maurice



Alternative 4	Chaleur CAD
Puissance maximale absorbée [kW th]	3'000 – 4'000
Taux d'utilisation annuel [h]	2'800
Energie annuelle consommée [kWh th]	8'400'000 – 11'200'000
Température entrée [°C]	85
Température sortie [°C]	60
Prix de vente [cts/kWh]	7.0 - 8.5

Contrairement à la commune de Lavey-Morcles, la commune de St-Maurice bénéficie déjà d'un réseau de chauffage à distance actuellement propriété de la bourgeoisie de St-Maurice. Ce réseau de chauffage à distance appelé "Calorabois" est alimenté par une chaufferie à bois de 1000 kW. Actuellement, l'entière capacité de cette chaufferie est utilisée. Les consommateurs actuels doivent recourir aux appoints gaz pour parer à la demande de chaleur, notamment pour l'eau chaude sanitaire. La commune de St-Maurice aimerait étendre le réseau de chauffage au futur Cycle d'Orientation des Tuilières.

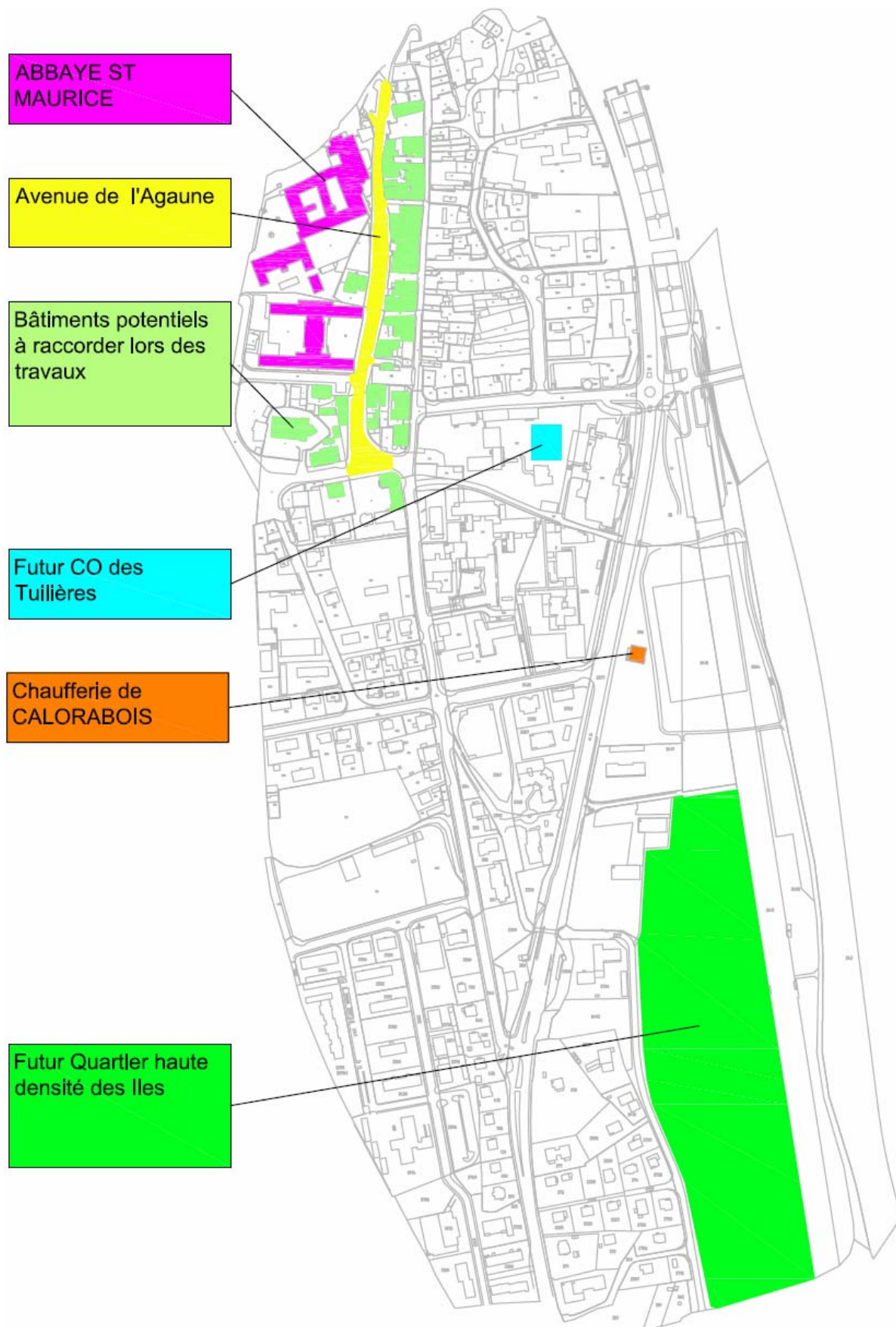
La refonte de l'avenue de l'Agaune prévue en 2010 permettrait de trier les conduites CAD pour relier tous les bâtiments de la rue et par la même occasion de raccorder l'Abbaye de St-Maurice qui, à elle seule, consomme une puissance de 2000 kW thermique pour le chauffage.

D'autre part, selon le plan d'affectation, la zone à forte densité des Iles pourrait, dans un futur proche, accueillir plusieurs immeubles de type Minergie d'une capacité totale de 2000 habitants.

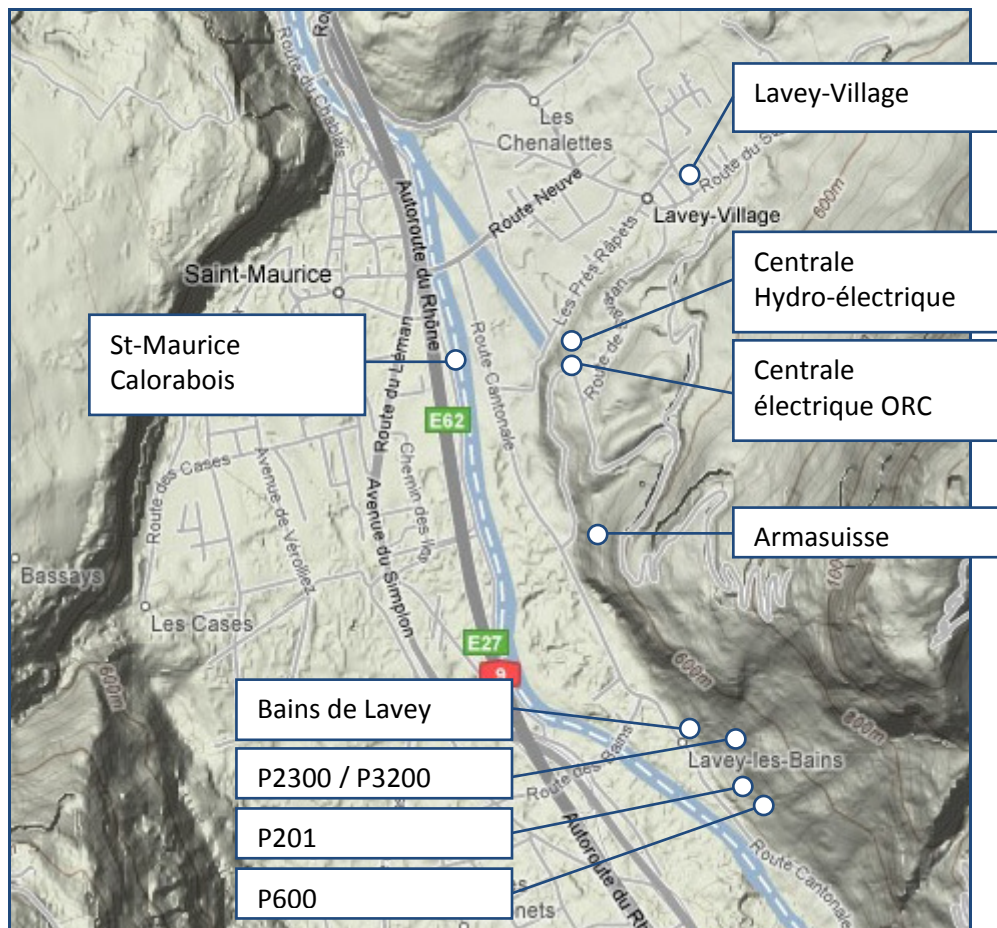
Pour le Business plan, on s'est basé sur une puissance raccordée de 3000 kW, objectif atteint avec le seul raccordement de l'Abbaye à Calorabois. Il est à noter que les études préliminaires menées en phase B1 par le CREM affichaient une demande pour une puissance de chaleur de 8000 kW. Dans le Business plan, nous avons introduit de manière prudente une puissance de 3'000 kW avec une montée en puissance durant les premières années pour atteindre un total de 4'000 kW.

La chaufferie de Calorabois devra subir plusieurs modifications ces prochaines années, notamment la pose d'un électrofiltre. Un silencieux pourrait aussi être installé afin de diminuer les nuisances sonores produites par le système de ventilation de la chaufferie. Il est donc intéressant pour Calorabois de se raccorder à la géothermie et utiliser la chaufferie comme secours. Dans ce cas, l'investissement pour un électrofiltre ne serait plus nécessaire.

6.6 Expansion prévisionnelle du CAD de St-Maurice



6.7 Situation géographique des différents éléments



7 Scénarios de forage analysés

	Unité	Scénario 0		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3		Scénario 4	
		CESLA - Puits principal P1000		AGEPP - Forage de reconnaissance P2300		AGEPP - Forage profond P3600		AGEPP - Step by step Forages P2300+P3600		AGEPP - Alternative Géothermie+bois	
		Worst case	Best case	Worst case	Best case	Worst case	Best case	Worst case	Best case	Worst case	Best case
Mandant		CESLA SA		AGEPP		AGEPP		AGEPP		AGEPP	
Forage(s)		P1000		P2300		P3600		P2300 + P3600		P2300 (P3200)	
Fonctionnement du pompage		Singlet		Singlet		Singlet		Doublet		Singlet	
Longueur forage(s)	m	1'000		2'300		3'600		2'300 + 3'600		2'300 (3'200)	
Profondeur atteinte	m	~890		~2'000		~3'200		~2'000 + ~3'200		~2'300 (~3'000)	
Scénarios		0 b	0 a	1 b	1 a	2 b	2 a	3 b	3 a	4WDAC	4BVAE
Débit attendu	l/s	20	30	20	40	30	40	40	60	20	40
Température attendue tête forage	°C	70	75	80	100	90	120	100	120	90	110
Niveau d'eau (pompage)	m	~150		~250		~400		~350		~400	
Production annuelle d'eau (8'500 h/an)	m3	612'000	918'000	612'000	1'224'000	918'000	1'224'000	1'224'000	1'836'000	612'000	1'224'000
Production d'électricité		NON		NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
Température entrée ORC	°C	-		-	100	90	120	100	120	-	110
Température minimale aux Bains ou CAD	°C	60		70	60	70	70	60	70	70	70
Valorisation de la chaleur		Bains + amasuisse		Bains + amasuisse	Bains + amasuisse + Calorabois	Bains + amasuisse + CAD	Bains + amasuisse + CAD	Bains + amasuisse + CAD	Bains + amasuisse + CAD	Bains + amasuisse	Bains + amasuisse + CAD
Coûts d'investissement estimés	Mio CHF	3.00		5.00	14.50	9.50	18.00	16.00	27.00	10.15	17.50
Coûts installation ORC	Mio CHF	0.00		0.00	2.00	0.00	3.00	2.00	3.00	0.00	3.00
Coûts forage(s) + tests + pompes	Mio CHF	2.50		9.00 *	9.00	11.00 *	11.00	20.00 *	20.00	12.30 *	10.50
Garantie du risque géothermique	Mio CHF	0.00		-4.50 *	0.00	-5.50 *	0.00	-10.00 *	0.00	-6.15 *	0.00
Coûts conduites ou réseau CAD **	Mio CHF	0.50		0.50	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

* forage au bénéfice de la garantie du risque géothermique (50%)

** conduite vers amasuisse déjà en place avant forages Agepp

Le scénario 0 est celui du forage de secours pour CESLA SA. Il a été défini en tant que référence par rapport aux scénarios du projet Agepp. Les scénarios 1 à 3 sont des projets classiques d'exploitation de la géothermie. Ils prévoient la mise en place d'un puits de pompage unique (scénario 1 et 2), avec rejet des eaux thermales après valorisation thermique dans le Rhône (singlet). Le scénario 3 prévoit une approche "step by step", avec mise en place d'un premier forage dévié de 2300 m et, si les conditions sont favorables, la réalisation d'un deuxième forage dévié de 3600 m situé à proximité de l'usine hydroélectrique de Lavey. Pour ce scénario, l'exploitation géothermique de l'aquifère profond est prévue en doublet, le puits de 3600 m étant celui du pompage, alors que le puits de 2300 m serait utilisé pour réinjecter les eaux dans l'aquifère. Ce scénario est assez onéreux.

Conclusions de l'analyse économique préliminaire sur les scénarios 1 à 3 :

- Aucune solution n'est rentable financièrement
- Les investissements sont lourds, notamment pour le scénario 3
- Baser le projet sur la production d'électricité n'est pas viable financièrement car il faudrait selon la littérature technique une température d'au moins 140 °C et un débit de 120 lt/s (selon Dr. Rer. Pol. Thomas Reif art Wirtschaftlichkeit von Geothermieprojekten)

Solution: Trouver une alternative rentable financièrement en privilégiant la valorisation de la chaleur pour le chauffage

Le scénario 4 satisfait cette exigence.

8 Scénario 4 (géothermie - biomasse)

8.1 Critères pour l'élaboration du scénario 4

L'élaboration de la solution retenue s'est basée sur 6 critères fondamentaux

- Se référer à un projet similaire existant dont la rentabilité est prouvée
- Répartition économique optimale de l'énergie entre la production d'électricité et le chauffage à distance
- Déterminer les besoins énergétiques des consommateurs régionaux et adapter le projet en fonction de ceux-ci
- Profiter au maximum des synergies possibles entre Agepp et les travaux communaux planifiés
- Trouver une alternative rentable en "Best-Case" et en "Worst-Case"
- La stratégie de forage doit être simple et évolutive en fonction des résultats obtenus

8.2 Projet similaire à Bad Blumau (Autriche)



Le projet Agepp considère les mêmes types de valorisation que le projet de Bad Blumau, c'est-à-dire :

- Production d'électricité
- Alimentation d'un centre thermal avec hôtel
- Chauffage à distance des localités environnantes

La centrale ORC a une puissance de 250 kW électrique. Elle est alimentée en eau géothermale à 110 °C et 30 lt/s. Après production d'électricité, l'eau à 85 °C est valorisée dans le chauffage à distance et ensuite dans le centre thermal. La centrale ORC est un module standard refroidi par air. Cette centrale ORC a été réalisée par Ormat avec un coût d'investissement de 1800 USD/kW pour le groupe de production d'électricité.

Afin de pouvoir reproduire un projet similaire en Suisse, il nous faut trouver une source de 110 °C et au moins 40 lt/s de débit. Cette hypothèse est tout à fait raisonnable sur le site de Lavey et c'est le but désormais fixé pour le projet Agepp.

8.3 Répartition optimale de l'énergie géothermale

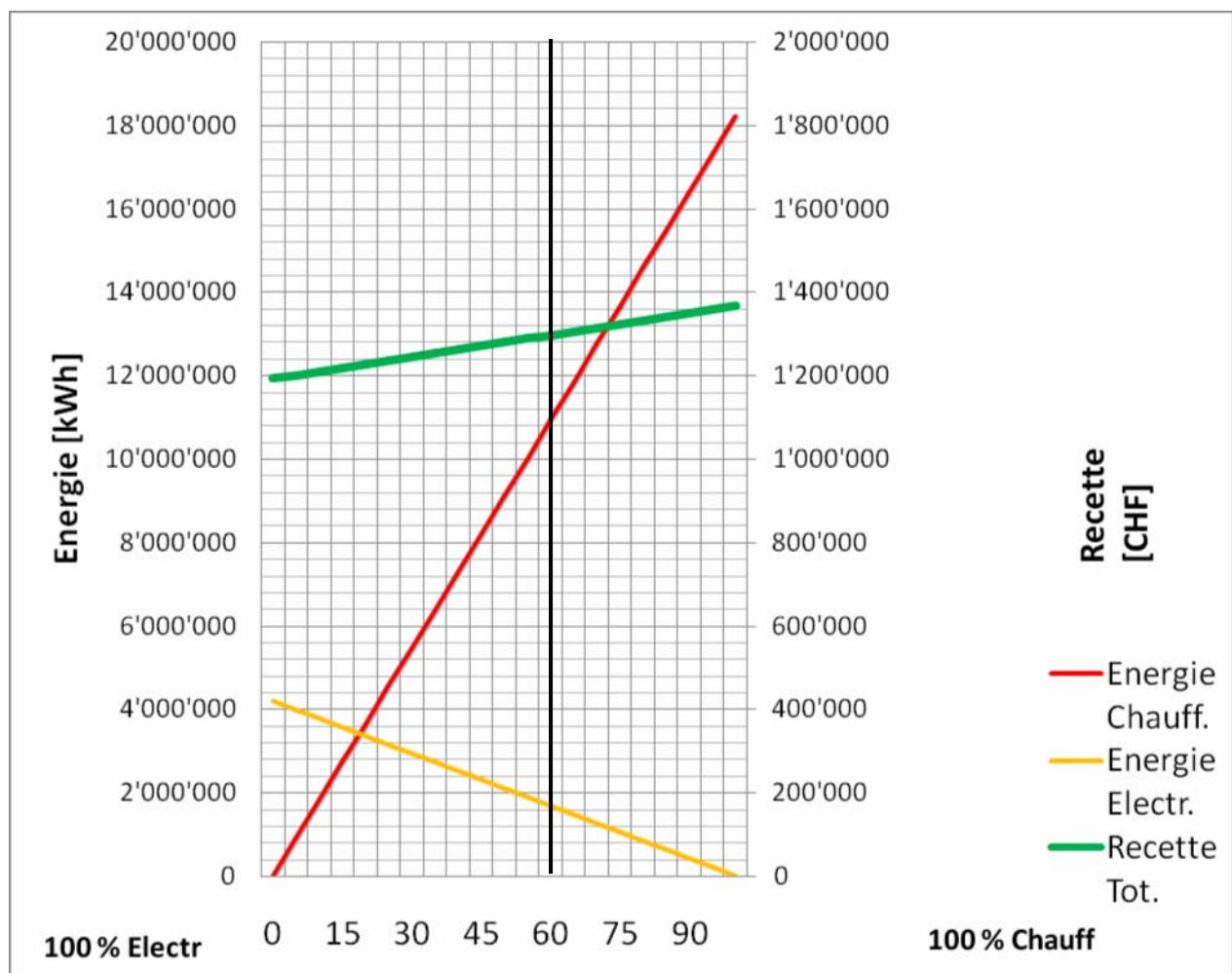
Pour bénéficier de la garantie du risque, selon la loi sur l'approvisionnement en électricité (RO 2008 Appendice 1.6 art. 17a et 17 b), les installations géothermiques doivent présenter en moyenne annuelle un taux de production d'électricité d'au moins 1,5 % rapporté à l'énergie mesurée en tête de forage.

L'étude "proportion Chauffage – Electricité" a démontré que la valorisation sur le chauffage est plus rentable financièrement que la valorisation sur l'électricité.

Sur une période d'un an, 1 kW th apporte une recette de 168 CHF en valorisation électrique et 180 CHF pour la valorisation sur le chauffage. En pourcentage, cela donne 6,7 % en plus pour la valorisation sur le chauffage à distance que sur l'électricité.

Compte tenu des consommateurs de chaleur régionaux et de l'ORC type "Bad Blumau", nous allons opter pour la valorisation suivante:

- 40 % de l'énergie thermique va être valorisée en électricité
- 60 % en chauffage.



8.4 Besoins énergétiques des consommateurs régionaux

L'analyse des besoins a été effectuée en étroite collaboration avec les communes de Lavey-Morcles et St-Maurice ainsi que la bourgeoisie de St-Maurice, notamment sur la vision énergétique de leurs communes. C'est ainsi qu'ont pu être déterminées les puissances des sous-stations communales à mettre en œuvre.

8.5 Synergies entre Agepp et travaux communaux

La commune de **Lavey-Morcles** a un projet d'assainissement du réseau séparatif des eaux usées qui a déjà débuté. Le tracé du séparatif correspond au tracé idéal du sous-réseau CAD à mettre en œuvre. Les fouilles selon les plans communaux débuteront en 2011 par tronçons pour se terminer en 2016, un timing idéal pour le projet Agepp. Il en découlera de cette synergie une réduction significative des coûts de mise en œuvre du sous-réseau de chauffage à distance.

La commune de **St-Maurice** a prévu la refonte totale de l'Avenue de l'Agaune en 2010. Cette avenue fait le joint entre le réseau de chauffage à distance existant "Caloraboïs" et l'Abbaye de St-Maurice. Cette dernière représente un important consommateur d'énergie chauffage dont la rénovation du système de chauffage est imminente. Il sera notamment possible de raccorder les nombreux bâtiments se trouvant de part et d'autre de l'Avenue.

De plus, St-Maurice prévoit la construction d'un nouveau Cycle d'orientation (CO des Tuilières) qui ne peut actuellement pas être raccordé au réseau de Caloraboïs, car la chaufferie de celui-ci n'a pas la capacité voulue pour accueillir de nouveaux consommateurs. L'arrivée d'une source de chaleur géothermique est donc la bienvenue.

D'autre part, le quartier à haute densité des Iles, à proximité de Caloraboïs, est destiné à accueillir de nouveaux immeubles Minergie. Ce quartier sera utile pour valoriser la basse enthalpie à partir de 2020.

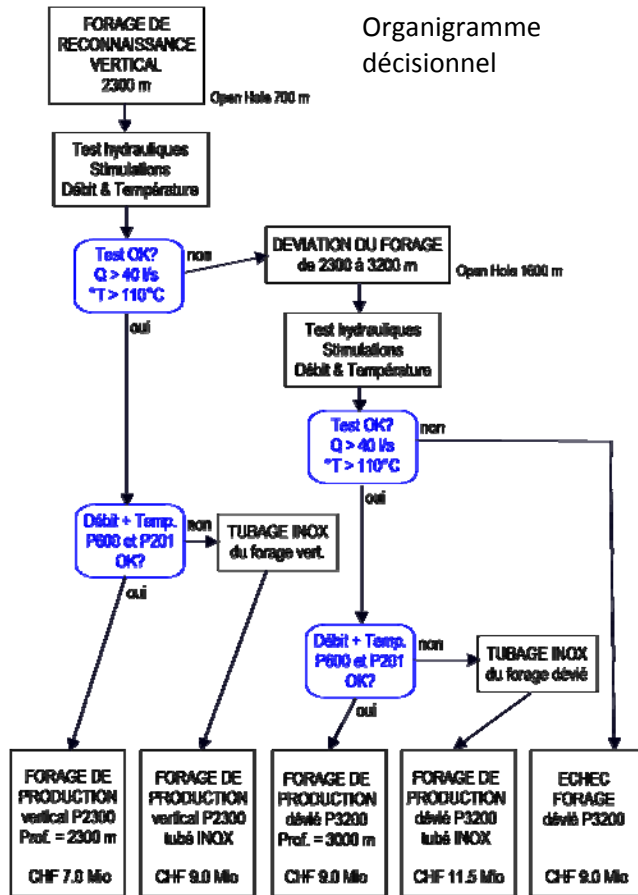
8.6 Rentabilité en "Best-Case" et en "Worst-Case"

Afin de trouver une rentabilité en ""Best-Case" et "Worst case", nous allons travailler sur des solutions standard moins chères et adapter le projet Agepp en fonction.

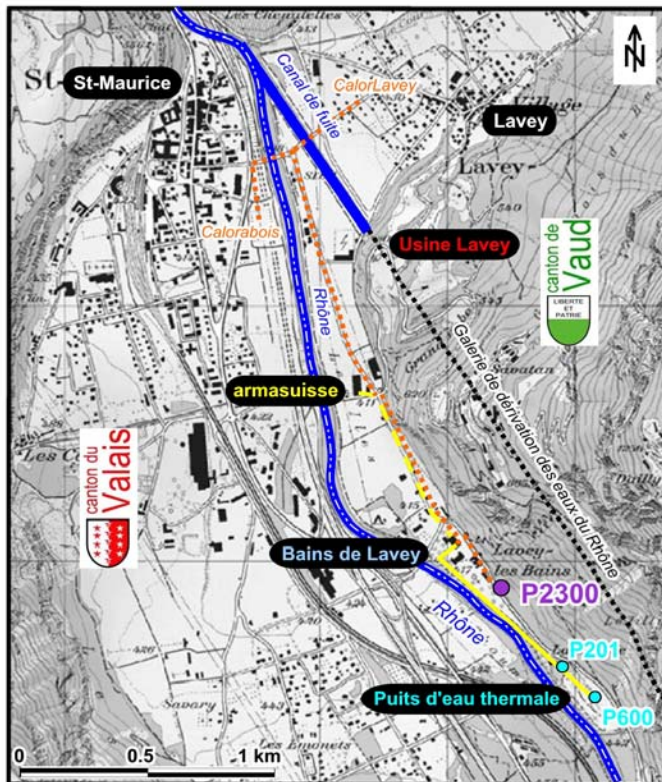
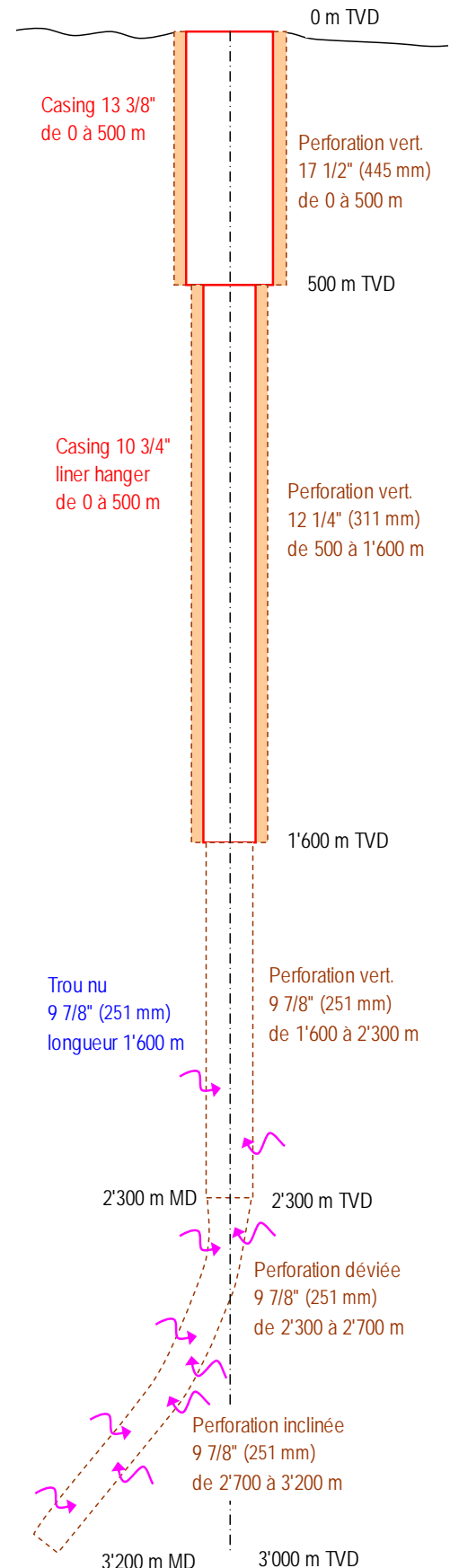
8.7 Stratégie de forage

Au lieu de partir sur un forage de base dévié et tubé inox (très cher) comme dans les scénarios 1 à 3, il est prévu de réaliser d'abord un forage vertical de 2300 m tubé en acier. Si les tests de pompage démontrent une capacité du puits inférieure aux 40 lt/s et 110 °C fixés, le forage sera prolongé et dévié jusqu'à un maximum de 3200 m de longueur (profondeur atteinte : 3000 m). Au-delà des objectifs fixés par le projet, ça ne vaut pas la peine d'investir plus, car le potentiel de consommateurs locaux est insuffisant dans le rayon défini par Agepp.

Concernant le tubage INOX, il sera mis en place ultérieurement au cas où le nouveau forage venait à faire diminuer drastiquement les débits des puits P201 et P600 (plus de 75%) qui, contrairement à la situation actuelle, servent uniquement à assurer l'eau de renouvellement nécessaire aux Bains de Lavey.



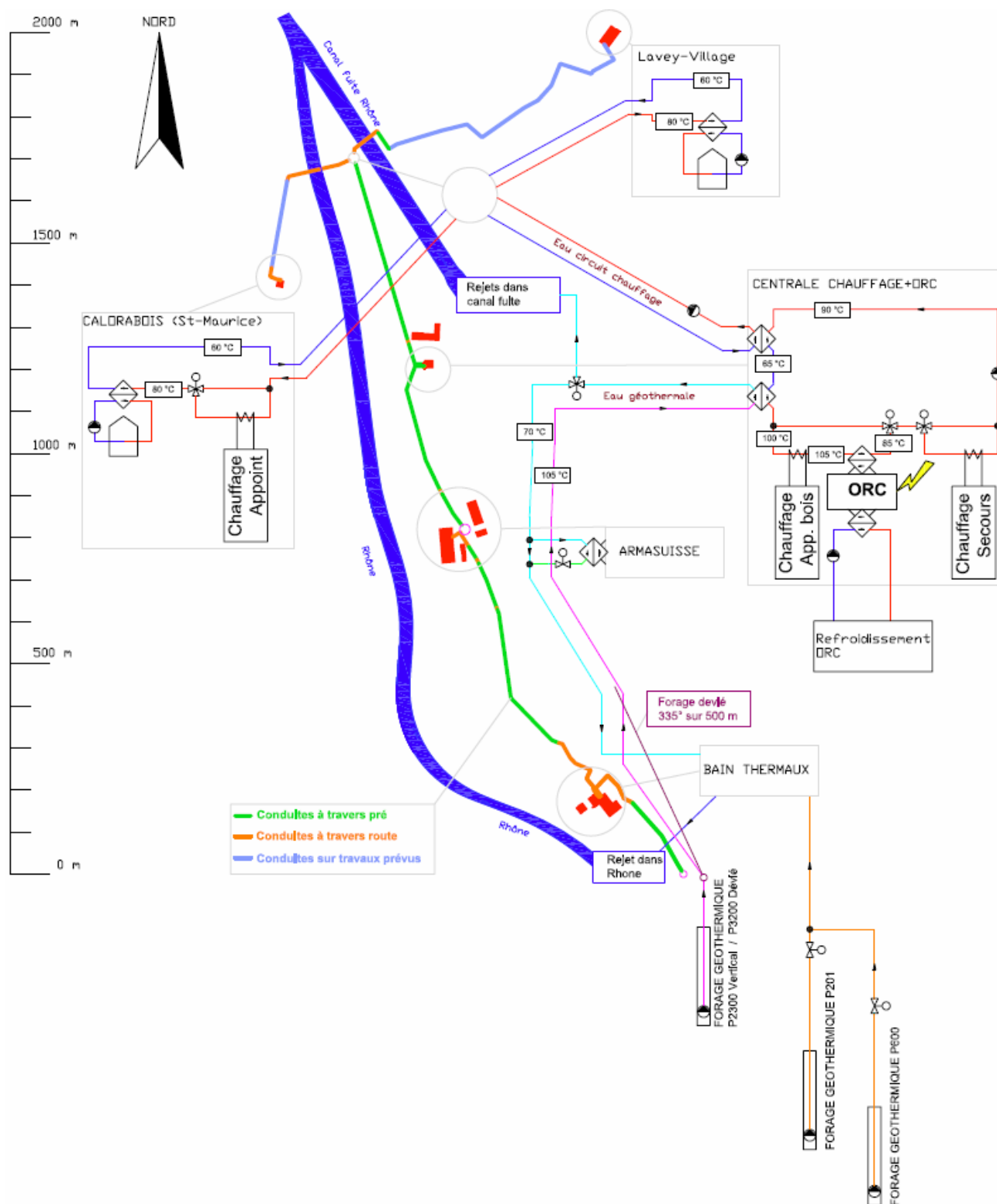
Coupe technique du forage P2300 / P3200



— Conduite existante — Conduite pour amasuisse (2009)
 Conduites à mettre en place

- Réalisation du forage P2300, essais de pompage et diagraphies, év. stimulation
 Décision : 4b - worst case : 20 l/s à 90°C → Poursuite du forage et déviation jusqu'à 3'200 m (P3200)
 4a - best case : 40 l/s à 110°C → Alimentation Bains + amasuisse + CAD St-Maurice et Lavey
 Production d'électricité

9 Schéma et principe



9.1 Forage profond

Selon les études géologiques réalisées en phase B (analyse statistique de la fissuration du massif rocheux et modèle géologique 3D), la réalisation d'un forage vertical sur le site des Bains de Lavey permettrait de recouper un nombre suffisant de fissures aquifères (estimées à 7 par 100 m de perforation), soit le double de celles recoupées par un forage dévié partant du site de l'usine hydroélectrique de Lavey avec un azimuth N155° (cas défavorable).

Le forage vertical profond prévu sur une longueur de 2300 m (P2300) doit, selon les prévisions des études réalisées, fournir un débit de 40 lt/s à une température de 110 °C. La puissance thermique escomptée est de 10 MWh, pour une énergie thermique annuelle de 80 GWh en "Best Case".

En effet, pourquoi partir directement avec un forage dévié, plus cher et plus risqué techniquement, quand les études indiquent qu'un forage vertical permet de recouper un nombre déjà élevé de fissures?

Dans le cas où le forage vertical P2300 n'apporterait pas le débit ou la température escomptés, il est prévu de le prolonger jusqu'à 3200 m (profondeur atteinte : 3000 m) en le déviant jusqu'à 45° avec un azimuth idéal N335° (forage P3200). Dans ce cas, le nombre de fissures par 100 m de perforation est estimé à 11.

En procédant par étapes, comme il se doit dans un forage à caractère exploratoire, on limite les risques techniques et financiers et on peut arrêter le forage à l'étape où les débits et les températures voulues sont atteintes. Ainsi, le forage profond sera réalisé à un prix favorable compte tenu des conditions géologiques pour disposer au final d'une énergie géothermique adaptées aux besoins.

9.2 Boucle géothermique

La boucle géothermique part du forage P2300/P3200 vers l'échangeur de la centrale ORC, qui se situera à proximité de la centrale hydro-électrique de Lavey. Au niveau de l'échangeur de l'ORC, l'eau géothermale va céder 35°C à la centrale en passant de 105 °C à 70 °C. La chaleur résiduelle de la boucle géothermale va être valorisée pour le chauffage d'Armasuisse et ensuite pour celui des Bains de Lavey.

Les eaux de la boucle géothermale seront rejetées en surface en deux points géographiques. Au premier point, le surplus sera restitué au niveau de la centrale hydro-électrique en amont du canal de fuite (débit entre 40 et 200 m³/s), afin de permettre un rejet à une température inférieure à 30°C. Le deuxième point de rejet se trouve au niveau des Bains de Lavey. L'eau sortant des bassins étant à une température proche de 35°C, il est possible de la rejeter dans le Rhône, après refroidissement, ce qui est déjà le cas actuellement.

9.3 Centrale ORC

La centrale ORC sera constituée de deux éléments clef, à savoir une chaudière à bois à eau surchauffée de 500 kW et un module ORC de 250 kW él. La chaudière à bois va permettre d'élever la température de l'eau de 100 à 105 °C. Le volume de bois utilisé annuellement correspondra au volume de bois actuellement utilisé par Calorabois, dont la centrale actuelle ne servira plus que d'appoint ou de secours. L'ORC va soutirer 20 °C en faisant passer l'eau de 105 à 85 °C pour produire une puissance de 250 kW électrique. L'eau à 90°C provenant du mélange de la sortie de l'échangeur et l'eau de la sortie de l'ORC vont servir à chauffer l'eau de la boucle du réseau de chauffage à distance de Lavey-Morcles et St-Maurice.



Données techniques sur l'ORC :

Puiss. thermique absorbée :	2500 kW
Puiss. électrique à la sortie de turbine :	250 kW
Puiss. électrique injectée dans le réseau :	186 kW
Rendement brut :	10%
Rendement net :	7.5 %
Type de refroidissement :	Eau ou aérorefroidisseur (à définir)
Fournisseur :	Ormat

Le groupe ORC sera identique à celui installé sur le site de Bad Blumau en Autriche

9.4 Boucle du chauffage à distance

La boucle du réseau CAD part de la centrale ORC avec une température d'eau à 85 °C. Elle alimentera la sous-station de Lavey-Morcles avec une température de 80°C et cédera une puissance thermique allant jusqu'à 1500 kW. Elle ira aussi alimenter la sous-station de Calorabois, située sur la commune de St-Maurice, avec une température de 80°C et cédera une puissance allant jusqu'à 4000 kW. La chaudière à bois de Calorabois sera mise en "Stand-By" et servira de chauffage de secours en cas de panne géothermique ou en appoint en cas de froid extrême. La température de retour est prévue dans les deux cas à 60 °C.

10 Business plan comparatif sur solution retenue

10.1 Elaboration du Business Plan comparatif

Le Business plan a été réalisé sur huit variantes selon tableau ci-dessous :

Succès forage									
Best Case								Worst Case	
40 [lt/s]								20 [lt/s]	
110 [°C]								90 [°C]	
Forage production Vertical				Forage production Dévié				Echec Forage Dévié	
Tubé Acier		Tubé Inox		Tubé Acier		Tubé Inox		Tubé Acier	
Coût Forage									
Cheap	Expensive	Cheap	Expensive	Cheap	Expensive	Cheap	Expensive	Cheap	Expensive
7'000'000	9'100'000	9'000'000	11'700'000	9'000'000	11'700'000	11'500'000	14'950'000	9'000'000	11'700'000
+ 0 %	+30 %	+ 0 %	+30 %	+ 0 %	+30 %	+ 0 %	+30 %	+ 0 %	+30 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4BVAC	4BVAE	4BVIC	4BVIE	4BDAC	4BDAE	4BDIC	4BDIE	4WDAC	4WDAE
Production d'électricité									
OUI								NON	
Valorisation de la chaleur									
Bains Armasuisse Caloraboïs Lavey-Village									

La variante visée est la "4BVAE" (Alternative 4, forage vertical à 2300m, tubé acier, version "expensive"). Selon toutes les études réalisées par le projet Agepp, cette alternative est la plus probable et c'est elle que vise le projet.

Les autres variantes figurant dans ce rapport illustrent toutes les alternatives qui pourraient arriver si les 40 lt/s et 110°C n'étaient pas atteints par la variante visée.

Dans cette variante, un surcoût de 30% sur le prix du forage par rapport aux conditions normales a été calculé. Toutes les valeurs prises dans le Business plan se veulent prudentes afin de garantir les résultats présentés dans ce Business plan.

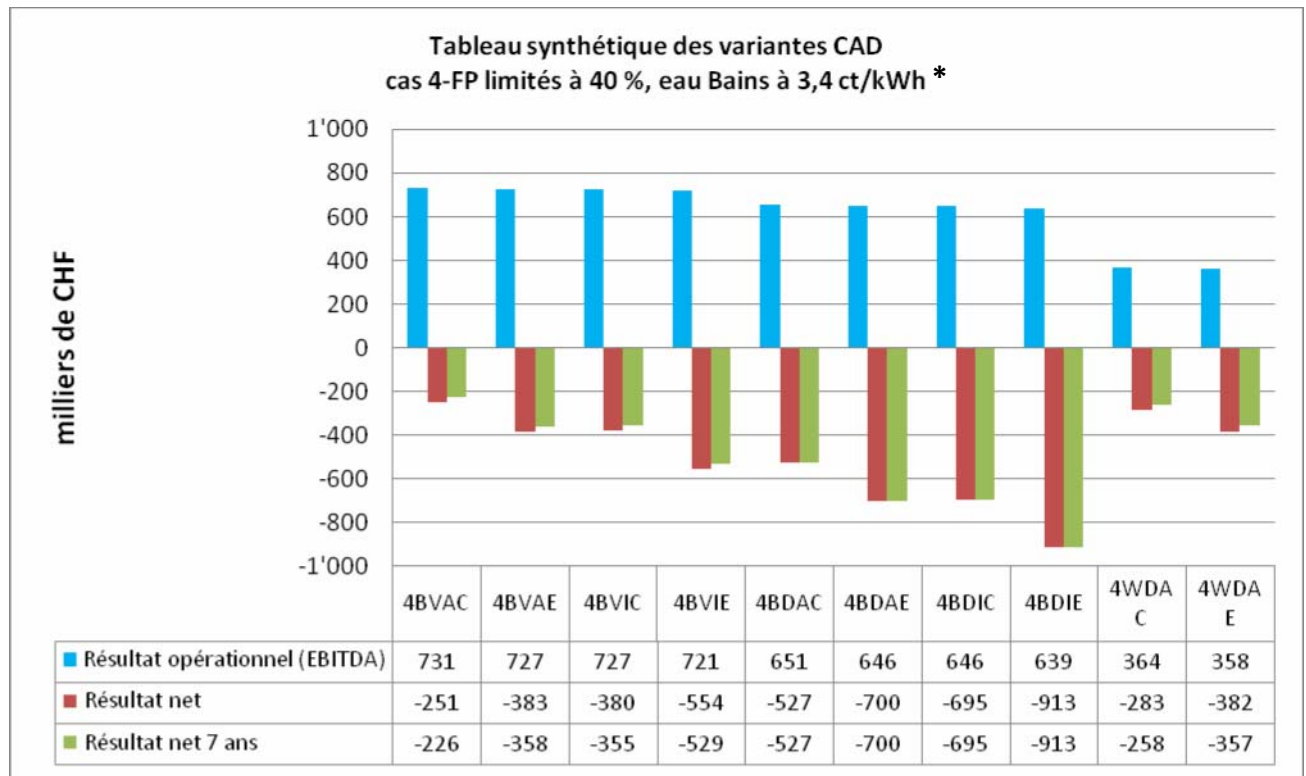
Deux critères de sensibilité ont été déterminés pour le Business plan:

- fonds propres qui varient de 40% à 60%.
- prix de vente du kWh thermique aux Bains de Lavey qui varie aux environs de 5 cts/kWh.

Dans le Business plan, aucune subvention fédérale ni cantonale n'a été prise en compte. Il est clair qu'il faudra mener des négociations avec l'OFEN afin de bénéficier d'un coup de pouce subventionnel pour mener à terme un projet pilote aussi novateur et prometteur pour le futur énergétique de la Suisse.

Dans le Business plan, un coût de 30 cts/m³ a été pris en compte pour la concession de l'eau souterraine par l'Etat de Vaud, appliquée sur le volume d'eau thermique livré aux Bains de Lavey (concession actuellement en vigueur).

10.2 Résultats sur Business plan comparatif avec FP à 40% et eau Bains à 3,4 cts/kWh *

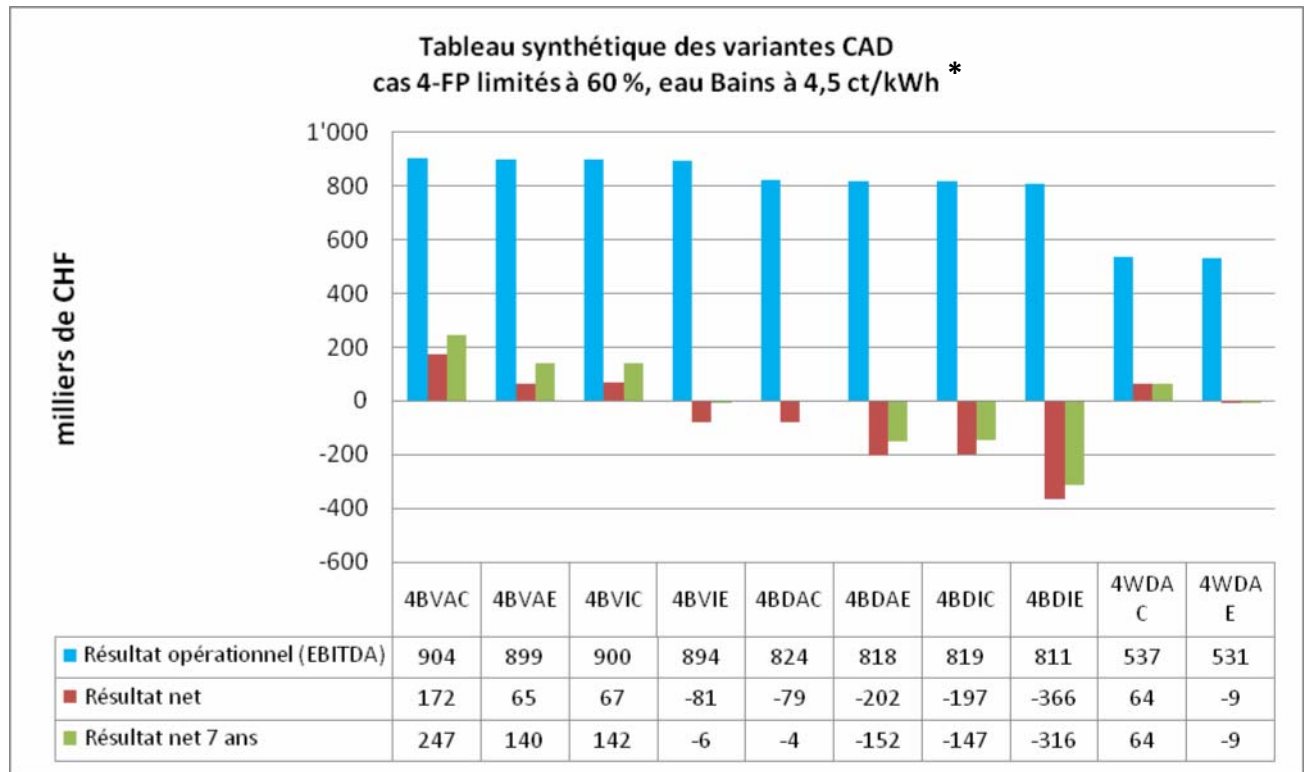


* Valeur donnée à titre indicatif

Le Business plan montre des résultats opérationnels (EBITDA) positifs dans tous les cas. Les résultats nets opérationnels sont quant à eux plombés par de lourds investissements.

Le prix de revient du kWh thermique étant de 4.3 cts/kWh, un prix de vente de 3.4 cts/kWh sur une totalité de 15'700'000 kWh vendus aux Bains de Lavey entraîne un manque à gagner annuel de 141'300 CHF par an.

10.3 Résultats sur Business plan comparatif avec FP à 60% et eau Bains à 4.5 cts/kWh *



* Valeur donnée à titre indicatif

Le Business plan montre pour la majorité des variantes des résultats nets positifs à dix ans (variantes sans déviation du forage).

On voit qu'un minimum de 60% de fonds propres (10.6 mio CHF) est nécessaire à la viabilité du projet.

Il est en outre nécessaire de vendre l'énergie thermique à un minimum de 4.3 cts/kWh aux Bains pour couvrir les frais d'acquisition de la chaleur.

11 Certificats CO₂

Le projet Agepp réunit toutes les conditions nécessaires à l'octroi de certificats CO₂. Ces certificats sont une recette supplémentaire bienvenue. Pour les obtenir, il est nécessaire de réaliser la démarche d'octroi des certificats durant la phase C de l'étude, avant la réalisation du projet.

Le prix du marché actuel des certificats CO₂ est de CHF 15.- par tonne de CO₂.

Selon l'avis des experts, le prix va augmenter jusqu'à CHF 25.- dans les 14 années (2x7 ans) à venir.

Pour obtenir des certificats CO₂ il faut :

- Démontrer que le projet est non rentable ou que ces certificats sont nécessaires à la réalisation du projet
- Etablir un dossier de base CO₂ par une entreprise spécialisée. Coût : CHF 30'000.-
- Soumettre le dossier aux contrôles des instances de certification. Coût : CHF 15'000.-
- Prouver le nombre de MW produits par du Mazout et remplacés par une énergie renouvelable
- Prouver le nombre de MW produits par du Gaz et remplacés par une énergie renouvelable

Exemple de calcul :

Utilisateur	Mazout	Gaz
Armasuisse	0.22 MW	
Abbaye de St-Maurice	1.00 MW	1.00 MW
Lavey-Village	0.25 MW	0.25 MW
Total	1.47 MW	1.25 MW

Prix :

- Mazout 1000 Tonnes CO₂ par MW remplacés à 20 CHF la Tonne
- Gaz 700 Tonnes CO₂ par MW remplacés à 20 CHF la Tonne

Recette envisageable = 1.47 x 1000 x 20 + 1.25 x 700 x 20 = 46'900 [CHF/an]

De manière prudente, cette recette n'a pas été prise en compte lors de l'établissement du Business plan.

11.1 Business plan final sur option 4 BVAE

Les valeurs ci-dessous sont les résultats de la variante avec 60% de fonds propres et une vente de la chaleur à 4,5 cts/kWh aux Bains de Lavey. Les recettes des certificats CO₂ ont été intégrées ainsi que la puissance la montée de puissance de 1000 à 1500 kW pour Lavey-Village et la montée de 3000 à 4000 kW pour St-Maurice.

Le Business plan a été établi pour une période de 25 ans avec un taux de 5% pour les intérêts bancaires. Les amortissements se font sur une période de 20 ans à partir de l'année deux. La rémunération des fonds propres est établie en fonction du résultat net en fin d'année.

Dans ce Business plan, les subventions fédérales et cantonales n'ont pas été prises en compte, car les montants qui vont être attribués à Agepp ne sont actuellement pas connus.

Investissements

En milliers CHF

Forages	9'825	y.c bâtiment et installations
Pompage	630	
Turbine ORC	2'386	
Bâtiments	845	
Installations électriques	81	
Réseau CAD	3'556	
Sous-stations	338	
Certificats CO2	45	
Total	17'707	

Financement

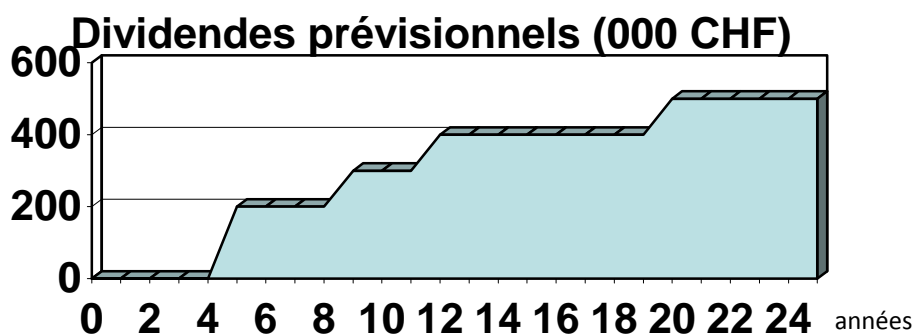
En milliers CHF

Fonds propres totaux (60% investissement)	10'624
Contributions	1'000
Fonds étrangers (niveau maximum)	7'000
Valeur DCF @ 6 %	-2'543
TRI	4.65%

Comptes de PP en vitesse de croisière

En milliers CHF

Années	5	10	15	20	25
Produits					
Electricité	426	426	426	426	426
Chaleur	1'645	1'964	1'964	1'964	1'964
Total Produits	2'071	2'390	2'390	2'390	2'390
Charges					
Frais de personnel	0	0	0	0	0
Coûts d'énergie	-630	-630	-630	-630	-630
Concessions	-165	-165	-165	-165	-165
Frais de maintenance & entretien	-201	-201	-201	-201	-201
Assurances et administration	-87	-87	-87	-87	-87
Total des charges opérationnelles	-1'083	-1'083	-1'083	-1'083	-1'083
Résultat opérationnel (EBITDA)	988	1'307	1'307	1'307	1'307
Amortissements	636	636	636	636	496
Provisions	-	-	-	-	-
EBIT	352	671	671	671	811
Produits financiers	-	-	-	-	-
Charges financières	298	210	123	35	-
Résultat d'exploitation	54	461	549	636	811
Produit hors exploitation	-	-	-	-	-
Charges hors exploitation	-	-	-	-	-
EBT	54	461	549	636	811
Impôts	14	115	137	159	203
Résultat net	41	346	411	477	608
En % des fonds propres	0.38%	3.25%	3.87%	4.49%	5.73%



La hausse du résultat net est principalement due aux amortissements effectués sur les emprunts bancaires.

12 Conclusion sur option retenue

La solution alternative 4BVAE envisagée remplit les six critères fondamentaux fixés pour l'élaboration du concept qui, pour rappel, étaient :

- la référence à un projet similaire existant dont la rentabilité est prouvée
- la répartition économique optimale de l'énergie entre la production d'électricité et le chauffage à distance
- la détermination des besoins énergétiques des consommateurs régionaux et l'adaptation du projet en fonction de ceux-ci
- le profit maximum des synergies possibles entre Agepp et les travaux communaux planifiés.
- la rentabilité en "Best-Case" et en "Worst-Case"
- L'adoption d'une stratégie de forage simple et évolutive en fonction des résultats obtenus

L'alternative considérée (scénario 4) se base sur la valorisation en cascade de la géothermie. En effet, grâce à la centrale ORC, une production d'électricité géothermale pour 400 foyers va être mise sur le réseau. La chaleur résiduelle de la centrale électrique va être valorisée dans le réseau de chauffage à distance pouvant alimenter jusqu'à 1'300 foyers. Afin de profiter pleinement de la source géothermale, la chaleur résiduelle en basse enthalpie (< 70 °C), est utilisée pour le chauffage d'Armasuisse et des Bains de Lavey.

En se basant sur un projet couronné de succès comme Bad Blumau, on bénéficie d'un modèle technique semblable auquel il sera possible de se référer, en profitant de l'expérience de 8 années d'exploitation afin de minimiser les fautes de jeunesse liées à des projets aussi novateurs qu'Agepp.

La proportion d'énergie prise en compte et valorisée dans le scénario 4 est l'optimale aussi bien d'un point de vue technique que financier. On s'est quelque peu éloigné du but premier du projet, la production d'électricité majoritaire, mais l'alternative retenue est la plus raisonnable et la moins risquée.

Le potentiel de valorisation de la chaleur sur le réseau de chauffage à distance a été évalué en étroite collaboration avec les futurs consommateurs potentiels. Le projet est maintenant structuré sur des bases solides qui prennent en compte la future vision énergétique et les intérêts des communes concernées.

Par chance, le projet Agepp va pouvoir bénéficier de synergies importantes avec les travaux planifiés par les communes de Lavey-Morcles et St-Maurice dans la réalisation ou l'expansion du réseau de chauffage à distance. Nous évaluons à 30% l'économie possible sur les fouilles du CAD grâce aux travaux communaux planifiés.

Pour rappel, dans l'élaboration du plan financier, aucune subvention ni de la Confédération ni des Cantons Vaud et Valais n'a été prise en considération.

L'alternative se base sur la prudence et la prise de risque minimum en optant pour un forage vertical et une centrale ORC standard. Tous les autres éléments du projet sont des éléments standard que les mandataires du projet maîtrisent. Le seul risque est lié au débit et à la température de l'eau en tête de puits.

Ce projet permettra une meilleure connaissance du sous-sol et du potentiel géothermique de la vallée du Rhône. Si le potentiel géothermique attendu devait être confirmé par la première installation pilote, il sera alors possible de démarrer une exploitation "industrielle" de la ressource géothermique dans la région de Lavey, avec des puits plus profonds pour capter des eaux encore plus chaudes permettant d'augmenter la production d'électricité. De plus, on pourra envisager la réalisation d'autres centrales géothermiques sur des sites géologiquement similaires (Brigerbad, Saxon, St-Gervais, etc.).

13 Option 4BVAE en chiffres



Forage vertical de 2'300 m

Investissement total : 17.7 mio CHF

Puissance géothermale : 10'000 kW

Puissance électrique nette : 250 kW

Puissance chauffage à distance : 7'000 kW

Énergie électrique : 1.5 GWh/an

Énergie chauffage : 29 GWh/an

Électricité pour 400 foyers

Chauffage pour 1'300 foyers

Potentiel de réduction CO₂ : 6'500 t/an

14 Secteurs d'investissements

14.1 Introduction

Trois secteurs d'investissements possibles ont été repérés. Il s'agit du secteur GEOTHERMIE, ELECTRICITE et CHAUFFAGE A DISTANCE. Ces trois secteurs présentent une proportion similaire du ratio investissement / énergie thermique consommée.

14.2 Secteur GEOTHERMIE

Le secteur géothermie est délimité physiquement par la boucle géothermale. Il prend en considération tous les éléments raccordés à celle-ci.

Il est composé des éléments suivants :

- Les puits de pompage géothermiques, (P201, P600 et P2300/3200)
- Les conduites CAD de la boucle géothermique (CAD primaire)
- Les échangeurs et compteurs de chaleur de la boucle géothermale

Il fournit les clients suivants en énergie thermique :

- Le secteur ELECTRICITE (Centrale électrique ORC)
- Le secteur CHAUFFAGE A DISTANCE (CAD Lavey-Morcles et St-Maurice)
- Armasuisse
- Les Bains de Lavey

14.3 Secteur ELECTRICITE

Le secteur électricité est délimité physiquement par la centrale électrique ORC.

Il est composé des éléments suivants :

- Centrale électrique
- Chaufferie à bois de 500 kW à eau surchauffée
- Turbine de production ORC
- Chauffage de secours pour boucle CAD

Il fournit les clients suivants en électricité :

- Swissgrid afin de bénéficier de la rétribution à prix comptant (RPC) qui s'élève à 28.4 cts/kWh dans le cas présent avec le mixe géothermie-biomasse pour l'alimentation de l'ORC.

14.4 Secteur CHAUFFAGE A DISTANCE

Le secteur chauffage à distance est délimité physiquement par la boucle du réseau de chauffage à distance niveau 1. Il s'arrête aux sous-stations principales de Calorabois pour St-Maurice et de Lavey-Village pour la commune de Lavey-Morcles.

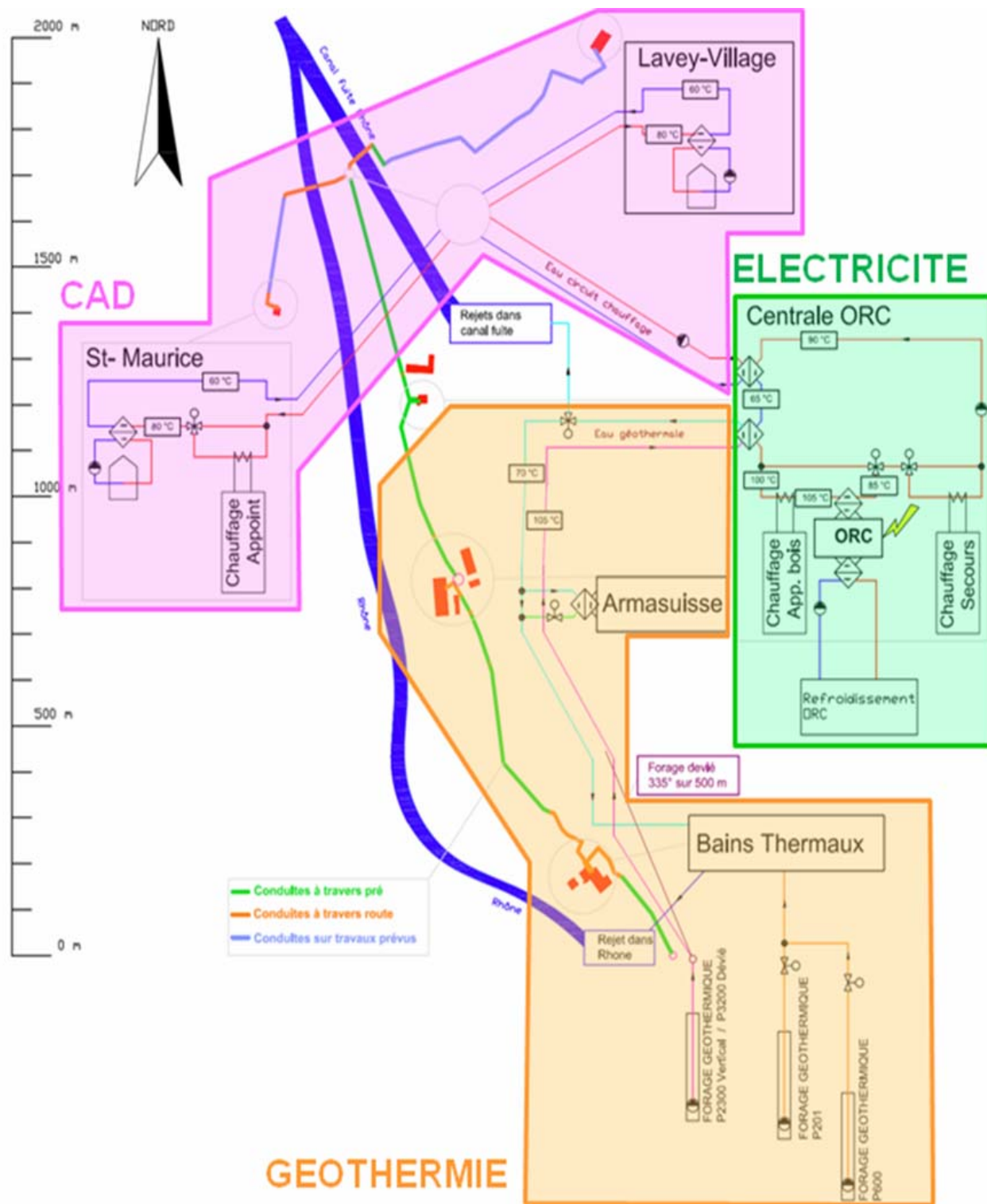
Il est composé des éléments suivants :

- Les conduites CAD de la boucle chauffage à distance niveau 1
- Les échangeurs et compteurs de chaleur de la boucle de chauffage à distance niveau 1

Il fournit les clients suivants en énergie thermique :

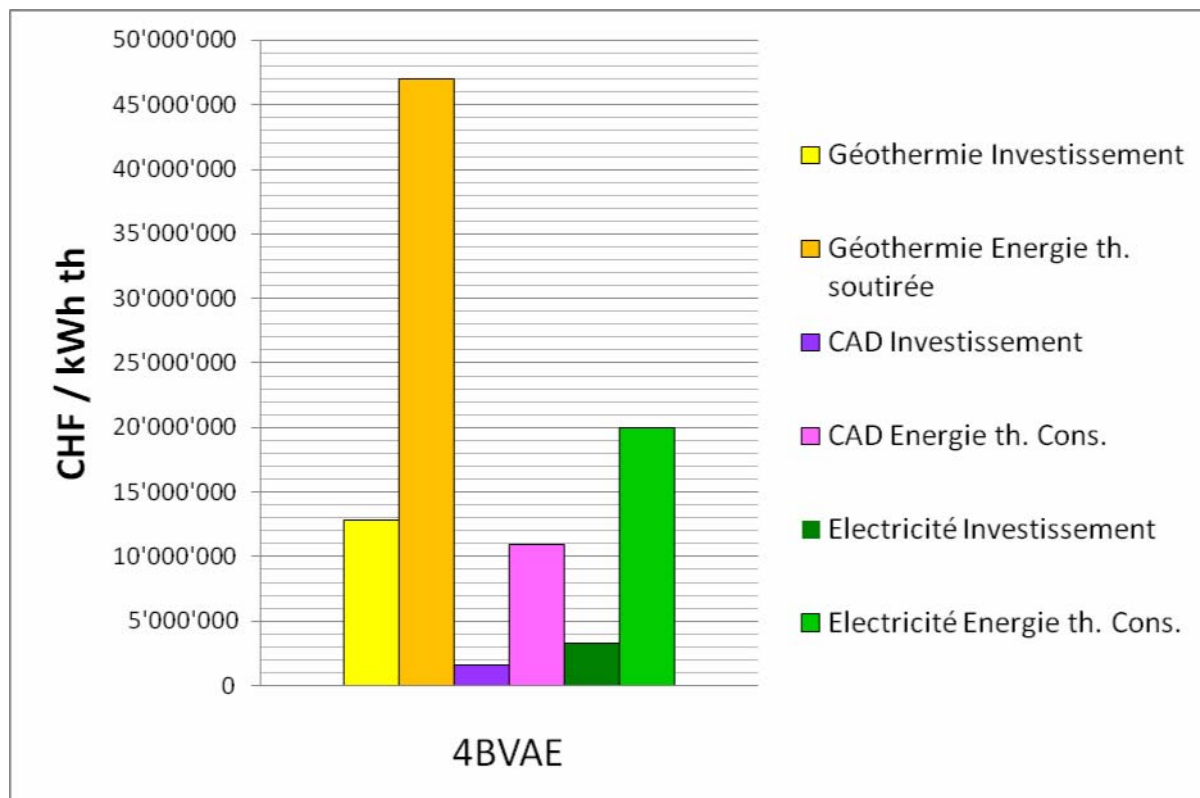
- La commune de St-Maurice
- La commune de Lavey-Morcles

14.5 Schéma de principe avec secteurs d'investissements



14.6 Données chiffrées pour option 4BVAE

		Succès forage
		Best Case
		40 [lt/s]
		110 [°C]
		Forage production Vertical
		Tubé Acier
		Coût Forage + 30%
		4BVAE
Agepp	Investissement Total	17'700'000
Géothermie	Investissement	12'800'000 (y.c. boucle géothermale)
	Energie th. soutirée	47'040'500
CAD	Investissement	1'600'000
	Energie th. Cons.	10'900'000
Electricité	Investissement	3'300'000
	Energie th. Cons.	20'000'000



Le graphique montre une proportion similaire du ratio investissement / énergie thermique consommée sur les trois secteurs d'investissements.

15 Investissements pour mise en œuvre de la phase C

Les moyens financiers ont été estimés à partir des Business plans effectués lors de la phase B. Les honoraires des ingénieurs ont déjà été comptés dans les différents postes. La direction de projet n'est pas incluse dans le Business plan, c'est pourquoi nous avons ajouté des honoraires pour "conduite de projet".

15.1 Moyens financiers nécessaires

Phase C1 (jusqu'à l'adjudication du forage : mars 2010)

La phase C1 sert à préparer la réalisation du forage. Elle consiste en la préparation de la demande d'offres pour le forage jusqu'à son adjudication. En parallèle, un rapport d'impact sur l'environnement ainsi que toutes les demandes d'autorisation et la mise en place d'un réseau de surveillance sismique seront réalisés.

Conduite de projet	100'000 CHF
Etablissement des offres pour forage et autres travaux	120'000 CHF
Mise en place d'un réseau de surveillance sismique	150'000 CHF
Création de la société pour forage/CAD/électricité	50'000 CHF
Mise à l'enquête et rapport d'impact sur l'environnement	60'000 CHF
Validation du principe pour certificats CO2	10'000 CHF
Visite du site de Bad Blumau avec les principaux intéressés	10'000 CHF
Divers et imprévus	40'000 CHF
Travail déjà effectué en vue de la phase C	60'000 CHF
Total phase C1	600'000 CHF

Coûts en cas d'échec total du projet

En cas d'échec du projet, température de 90 [°C] et débit de 20 [lt/s] pas atteints, la garantie du risque couvre les 50% des frais de forage et études liées au forage. Cette garantie du risque ainsi que le rachat du puits par CESLA permettent le remboursement du 43% des fonds investis en phase C.

Phase C1	600'000 CHF
Forage dévié 3200 m	11'700'000 CHF
Pompes et local pompes	730'000 CHF
Conduite du projet	200'000 CHF
CAD Forage - Bains de Lavey	300'000 CHF
Total phase C en cas d'échec	13'530'000 CHF
Couverture du risque (à confirmer)	-6'250'000 CHF
Puits de secours CESLA	-1'500'000 CHF
Perte en cas d'échec	5'780'000 CHF

Coût en cas de réussite du projet

Phase C1	600'000 CHF
Conduite de projet	250'000 CHF
Forage vertical 2300 m	9'825'000 CHF
Pompes	630'000 CHF
Turbine ORC	2'386'000 CHF
Bâtiments	845'000 CHF
Installations électriques	81'000 CHF
Réseau CAD	3'556'000 CHF
Sous-stations	338'000 CHF
Certificats CO2	45'000 CHF
Total	18'556'000 CHF

15.2 Financement de la phase C

	Echec	Reussite	CHF
Financement par FP (60%)	8'118'000	11'133'600	CHF
Financement par FE (40%)	5'412'000	7'422'400	CHF
Besoin de financement total	13'530'000	18'556'000	CHF
Garantie du risque	-6250000		CHF
Rachat du puits de secours par CESLA	-1500000		CHF
Coût effectif du projet	5'780'000	18'556'000	CHF
Remboursement des FE	5'412'000		CHF
Remboursement d'une partie des FP aux investisseurs (~52 %)	2'338'000		CHF
	13'530'000	18'556'000	CHF

Pour démarrer le projet, il faut trouver des FP à hauteur de 8.5 mio de CHF pour démarrer l'étape forage et 11 mio pour la réalisation de la totalité du projet.

Tableau d'investissement pour la réalisation de la phase C

	Forage	Projet total	CHF
CESLA	1'500'000	1'500'000	CHF
OFEN	0.73 a	a	CHF
Etat de Vaud	0.73 b	b	CHF
Etat du Valais	0.73 c	c	CHF
Commune de Lavey	0.73 d	d	CHF
Commune de St-Maurice	0.73 e	e	CHF
Bourgeoisie de St-Maurice	0.73 f	f	CHF
SI Lausanne	0.73 g	g	CHF
Romande Energie Renouvelables	0.73 h	h	CHF
FMA	0.73 i	i	CHF
TOTAL	8'118'000	11'133'600	CHF
	73%	100%	

Remarque : Nous proposons que les partenaires prennent un engagement pour la réalisation totale du projet. En cas d'échec, environ 60 % fonds propres investis seraient restitués aux investisseurs.

CESLA est le seul investisseur qui engage la même somme dans les deux cas, puisque le but de cette société est la réalisation d'un puits de secours pour alimenter les Bains de Lavey.

15.3 Bases pour la discussion du 26 juin 2009

1. A titre préalable, acceptez-vous de participer au financement pour la mise en œuvre de la phase C1 (600'000 CHF)?
Si oui, quelle serait votre contribution ?

Remarque : Ce financement sera compté comme investissement pour la phase de réalisation et donne droit au dividende escompté en cas de réussite.

2. Acceptez-vous d'entrer en matière pour le financement de la phase de réalisation selon "Tableau de financement de la phase C" ?
Si oui, quelle serait votre contribution ?

15.4 Dynamisation de la phase C

- 1 Si le montant nécessaire au financement de la phase C n'est pas trouvé au sein des partenaires actuels, le COPIL AGEPP se réserve le droit d'aller chercher des investisseurs externes aux partenaires actuels. Il est bien entendu que le consentement des partenaires principaux sera demandé avant l'entrée d'un investisseur externe dans le projet AGEPP.
- 2 Dès d'accord des principaux partenaires, une société sera constituée avec un conseil d'administration (CA) qui sera constitué des principaux actionnaires ainsi que de CESLA.
- 3 Un chef de projet sera proposé par le COPIL AGEPP pour la conduite de la phase C tout en sachant que le choix final de la direction de projet découle de la responsabilité du futur CA.

16 Conclusions sur étude de faisabilité TECHNICO-FINANCIERE

L'étude de faisabilité du projet Agepp a démontré qu'il est possible de réaliser, sur le site de Lavey, un projet de géothermie profonde pouvant produire, en plus de la chaleur, de l'électricité d'origine géothermale avec un fluide binaire en exploitant l'aquifère profond du Cristallin.

Tous les moyens techniques qui seront mis en œuvre dans ce projet existent et ont déjà fait leurs preuves sur d'autres sites européens comme par exemple à Bad-Blumau. Il n'y a dès lors plus de critères killers techniques pour Agepp, le seul facteur de risque est d'ordre géologique et concerne le débit et la température de l'eau disponible en tête du futur puits profond. Or, afin de diminuer ce facteur de risque, Agepp se donne les moyens de pouvoir prolonger le forage profond vertical prévu dans une première étape à 2300 mètres jusqu'à 3200 mètres et avec une déviation, si la température de 110 °C et le débit de 40 lt/s n'étaient pas atteints.

L'étude financière démontre qu'il est possible de réaliser un tel projet avec une viabilité financière aussi bien en "Best-Case" qu'en "Worst-Case". Il est important de souligner que les données techniques et économique utilisées pour l'établissement du Business Plan sont réalistes et conservatives. Elles laissent espérer que les résultats finaux seront supérieurs aux attentes.

La zone de Lavey représente sans doute le site le plus propice en Suisse pour la réalisation d'un tel projet de géothermie profonde. En effet, les puits existants P201 et P600 ont montré des débits et des températures exceptionnels par rapport à la profondeur des forages réalisés. Ils ont aussi prouvé leur longévité de production et une qualité d'eau idéale pour l'application que le projet Agepp veut poursuivre. De plus, le contexte général du site comporte des atouts indéniables pour la réussite finale du projet : centre thermal, CAD existant, rivière à fort débit, utilisateurs de chaleur, etc.

A ce stade, il ne reste plus qu'un obstacle à franchir pour réaliser le premier projet de géothermie profonde Suisse pouvant produire de l'électricité : trouver les fonds nécessaires. Il serait regrettable, au vu des études menées et des investissements consentis à ce jour, de ne pas réaliser un projet aussi novateur et prometteur pour le futur énergétique Suisse.

Hors contexte Agepp, la réalisation d'un tel projet permettra d'améliorer la connaissance du sous-sol en Suisse, qui est très mal connu en comparaison de nos voisins européens. Ils ont une longueur d'avance considérable dans les connaissances de leur sous-sol profond et de son potentiel géothermique.

A ce jour, l'équipe Agepp a en mains tous les éléments et études nécessaires pour démarrer la phase C du projet, à savoir la réalisation du forage profond.



Bulle / Sierre, le 15 juin 2009

Patrick Dewarrat & Gabriele Bianchetti

Nous tenons à remercier les membres du COPIL ainsi que les investisseurs qui ont permis la réalisation de l'étude de faisabilité du projet Agepp : CESLA SA, SEVEN, SIL Lausanne, OFEN, Commune de Lavey-Morcles, commune de St-Maurice, Etat du Valais, Bourgeoisie de St-Maurice, Forces Motrices de l'Avançon ainsi que Romande Energie. Sans leur soutien et leur confiance, l'équipe du projet n'aurait jamais pu mener à termes l'ensemble des études qui font la force d'Agepp.