

Exploration - Programme de forage préliminaire

Puits Ittigen-01

Maître d'ouvrage: Nom

12-03-2018

Ingénieur forage: Nom

Géologue: Nom

Chef de projet: Nom

Ce document est un exemple, qui est destiné à servir comme modèle de "Programme de forage préliminaire" pour les projets et les opérations de forage/puits de géothermie profonde.

- Le but de ce document est d'informer les Canton Suisses dans leur travail d'autorisation, sur ce qui pourrait être présenté par un maître d'ouvrage/d'œuvre comme programme de forage/puits d'un projet de géothermie profonde. Durant les opérations de forage/puits, ce document peut servir de support pour la surveillance des activités.
- Le niveau de détails présenté dans un tel document doit être ajusté en fonction des dangers et des risques associés à la construction et l'exploitation des puits. (par exemple un puits avec une probabilité significative de rencontrer du gaz naturel aura un profil de risque et un niveau de détail différent d'un puits d'eau non artésien)
- Le contenu de ce document est fictif et doit être remplacé avec des informations réelles.

Table des matières

Abréviations / Terminologie	3
1. Résumé.....	4
1.1. Informations clés de puits.....	4
1.2. Champ d'application des travaux.....	5
1.3. Critères de design - Normes	6
2. Géologie	6
2.1. Objectifs du puits.....	6
2.2. Eau du sous-sol (eau potable et eau exploitable)	7
2.3. Pronostic géologique	8
2.3.1. Lithologie.....	8
2.3.2. Coordonnées de l'objectif	8
2.3.3. Critère d'arrêt de forage (TD criteria)	9
2.3.4. Hydrocarbure, H ₂ S et CO ₂	9
2.4. Pronostic de pression et température	10
3. Forage.....	12
3.1. Site de forage	12
3.2. Unité de forage (foreuse).....	12
3.3. Séquence des opérations.....	13
3.4. Design du puits.....	13
3.4.1. Général.....	13
3.4.2. Design du puits - cas de base	14
3.4.3. Tubage en cas d'imprévu.....	15
3.4.4. Analyse du design de tubage.....	15
3.4.5. Tolérance de "kick"	16
3.4.6. Emplacement du puits et de l'objectif du puits.....	17
3.4.7. Fluide de forage / simulation hydraulique.....	17
3.4.8. Cimentation.....	18
3.4.9. Trajectoire de forage	18
3.4.10. Durée des opérations.....	19
3.4.11. Abandon du puits (P&A)	21
3.5. Acquisition de données - diagraphies.....	21
3.5.1. MWD / LWD et diagraphie	21
3.5.2. Test de production	22
4. Gestions des risques et des dangers.....	23
4.1. Stratégie.....	23
4.2. Barrière de puits	23
5. Organisation.....	24

Abréviations / Terminologie

MD = measured depth = profondeur mesurée

TVD = True vertical depth = profondeur verticale réelle

RKB = rotary kelly bushing = en référence à la fourrure de transmission

GL = ground level = en référence au niveau du sol

TD = total depth = profondeur finale

BOP = Blow out preventer = bloc d'obturation du puits

s.g. = standard gravity = gravité standard (pour un fluide: ratio entre la densité du fluide et la densité de l'eau)

Logging = mesure de paramètres du souterrain (aussi appelé diagraphie)

Wireline = câble de descente d'équipement dans le puits

Liner = tubage ancré dans le tubage supérieur (et non pas jusqu'à la tête de puits)

Liner hanger = Equipement permettant l'ancrage du liner

Packer = Equipement fait d'élastomère permettant d'assurer l'isolation entre deux tubages

Kick = venue de fluide dans le puits (eau, gaz...)

Mudlogging = mesure des paramètres de boue. Plus généralement de l'ensemble des paramètres associés au forage

1. Résumé

1.1. Informations clés de puits

Nom du puits: *Ittigen-01*

Classification du puits: *exploration (avec option de production)*

Profil du puits: *vertical / dévié / horizontal...*

Profil de risque du puits: *moyen*

Prospect: *Aquifère du Massif de Ittigen*

Canton: *Bern*

Commune: *Ittigen*

Numéro de permis de recherche/exploration: *4738901872-MN-GEO-2017*

Maître d'ouvrage: *Géothermie Ittigen AG*

Unité de forage: *POWER COPCO 1370 D - fournisseur: BFE forage AG*

Altitude du site de forage: *432 m au dessus du niveau de la mer*

Distance Sol - RKB / élévation: *9m*

Coordonnées de la tête de puits:

Coordonnées géographiques:

- Latitude: *42 degrés 12' 02" N (+ référence, ex WGS84)*
- Longitude: *7 degrés 01' 31" E*

Coordonnées UTM:

- Nord: *5 118 227 m (Zone/Secteur: 32T)*
- Est: *347 647 m*

Adresse: *Geothermiestrasse 34, Ittigen, 3063, Canton de Bern.*

Emplacement de l'objectif: *dévié de 600m sur un azimuth 42 degré (N-NE)*

Réservoir et profondeur: *Massif de Ittigen à 2.630 m TVD RKB*

Profondeur finale prévue: *3.500 m TVD RKB*

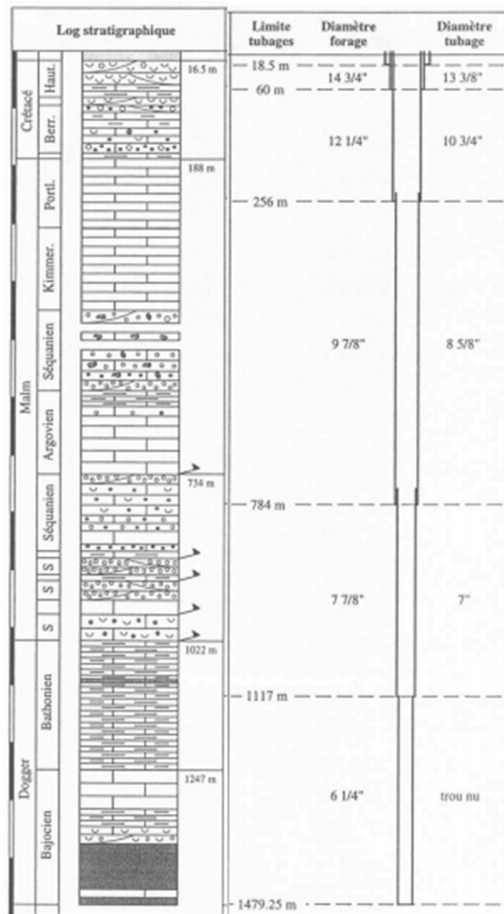
Formation géologique à la profondeur finale: *Massif de Ittigen/ inconnue*

Pression de design du puits: *250 bars*

Température de design du puits: *150 degrés*

Durée prévue du forage: *68 jours*

Schéma récapitulatif du puits (*un exemple de schéma de puits peut être présenté, avec son design des tubages et la lithologie associée. Une coupe géologique avec la trajectoire de puits peut aussi être présentée*).



Source: Etude du potentiel géothermique du Canton de Vaud (Vuataz et al. 1997)

1.2. Champ d'application des travaux

Le puits Ittigen-01 est le premier puits d'exploration de la formation de Ittigen, et le quatrième puits profonds à être foré par Géothermie Ittigen AG en Suisse. Le puits sera foré verticalement jusqu'à son objectif. En cas d'indication positive de température et de débit, le puits sera converti en puits de production.

Ce document présente les activités de forage du puits Ittigen-01:

- Préparation du site de forage (Installation de la foreuse ATLAS COPCO 1370D de Ittigen forage AS)
- Activités de forage
- Acquisition de données (diagraphie)

- *Test de production*
- *Abandon*
- *Option de conversion en puits de production.*

Dans le cas où les conditions du sous-sol seraient différentes des prévisions et que celles-ci engendreraient des opérations et des risques différents de ceux présentés dans ce document, un processus de gestion du changement sera initié et ces changements seront communiqués aux autorités compétentes (commune, canton, confédération...).

1.3.Critères de design - Normes

La préparation du site de forage est réalisée selon la norme NZ 2401-2015.

Le design des tubages du puits est réalisé selon la norme NORSOK D-010.

La préparation des activités de forage du puits est réalisée selon la norme WEG-Bohrungsintegrität.

La surveillance sismique durant les opérations de forage est réalisée selon les recommandations du SED Suisse.

2. Géologie

Commentaire: L'objectif de ce chapitre est de donner aux autorités compétentes une compréhension suffisante des conditions du sous-sol pour vérifier que le puits est planifié de façon adéquate.

2.1.Objectifs du puits

Objectifs principaux:

- *Prouver que la production du réservoir est économiquement viable.*
- *Confirmer une isolation acceptable entre les aquifères peu profonds et l'aquifère profond*
- *Calibrer les données sismiques et leur interprétation*
- *etc...*

Objectifs secondaires:

- *Évaluer le potentiel de chaleur de l'aquifère sur le long terme*
- *Évaluer la possibilité de réaliser une stimulation hydraulique avec un niveau de risque acceptable*
- *etc.*

Commentaire: Les objectifs du puits sont clés dans cette phase de planification. Car toutes les opérations détaillées qui suivront seront faites pour atteindre ces objectifs. De la même

façon, en cas de changement opérationnel durant les opérations de forage, tous les ajustements seront faits pour pouvoir atteindre ces mêmes objectifs.

2.2.Eau du sous-sol (eau potable et eau exploitable)

Commentaire: l'objectif de ce paragraphe est de démontrer que les considérations et les précautions nécessaires ont été appliquées pour la protection des eaux du sous-sol; et que les dangers et les risques ont été identifiés.

Les eaux potables et exploitables suivantes ont été identifiées:

- *L'aquifère de Bern à la profondeur de...*
- *L'Aquifère de Ittigen à la profondeur de...*

Ceux-ci seront protégés par les mesures suivantes:

- *La collecte de tous les fluides présents sur la plateforme de forage de béton.*
- *Le stockage de tous les produits chimiques dangereux dans une zone spécifique avec enceinte de confinement.*
- *L'utilisation de fluide compatible pour le forage de ces aquifères (non polluant).*
- *L'isolation de ces aquifères par une cimentation complète des tubages. Et la vérification de cette cimentation par une diaggraphie de CBL azimutale (ciment bond log)*
- *etc.*

Les seuls fluides qui seront déversés dans l'environnement sont:

- *Les eaux de pluie*
- *Les eaux de test de productions, si elles ne sont pas polluantes pour l'environnement. Celles-ci seront déversées en suivant les réglementations communales, cantonales et fédérales.*

Tout autre fluide déversé dans l'environnement sera considéré comme un accident.

La gestion de ces accidents sera faite en conformité avec la "stratégie de gestion des risques" de Géothermie Ittigen AG.

Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *Les références aux secteurs Au, Zu, Ao, Zo (OEaux 814.201).*

2.3.Pronostic géologique

2.3.1.Lithologie

Le puits rencontrera des sédiments du Aase sur les premiers 55m, puis des argiles entre 50 et 390m, puis des calcaires entre 390 et 550m avec de fines couches de schistes

...

...

...

...

...

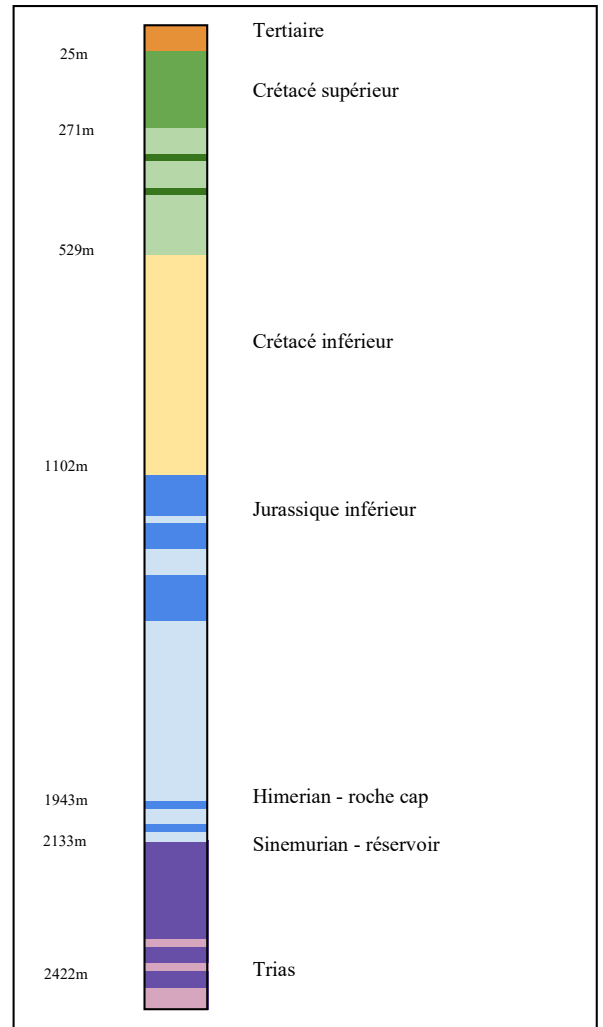
...

...

Le type de roche qui sera rencontré peut être présenté, ainsi que les incertitudes qui pourraient affecter les opérations de forage (dureté de la roche, fractures majeures, fracturations, instabilités)

Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *Les corrélations avec les marqueurs sismiques.*
- *La présentation de la lithologie attendue résumée dans un tableau ou un schéma.*



2.3.2.Coordonnées de l'objectif

Nord: 5 118 227 m (Zone/Secteur: 32T)

Est: 347 647 m

Profondeur: 3.300m TVD RKB

Dimension de l'objectif géologique:

- *Cercle de 100m de rayon (dans un plan horizontal) à 3.300 m TVD RKB, dans le réservoir.*

2.3.3.Critère d'arrêt de forage (TD criteria)

Le forage du puits sera stoppé lorsque l'un des critères suivant sera satisfait:

- *Une profondeur de 3.800 m TVD RKB est atteinte*
- *Les paramètres du réservoir montrent une conductivité et une température suffisantes*
- *Les opérations de forage ont duré plus de 94 jours.*

2.3.4.Hydrocarbure, H₂S et CO₂

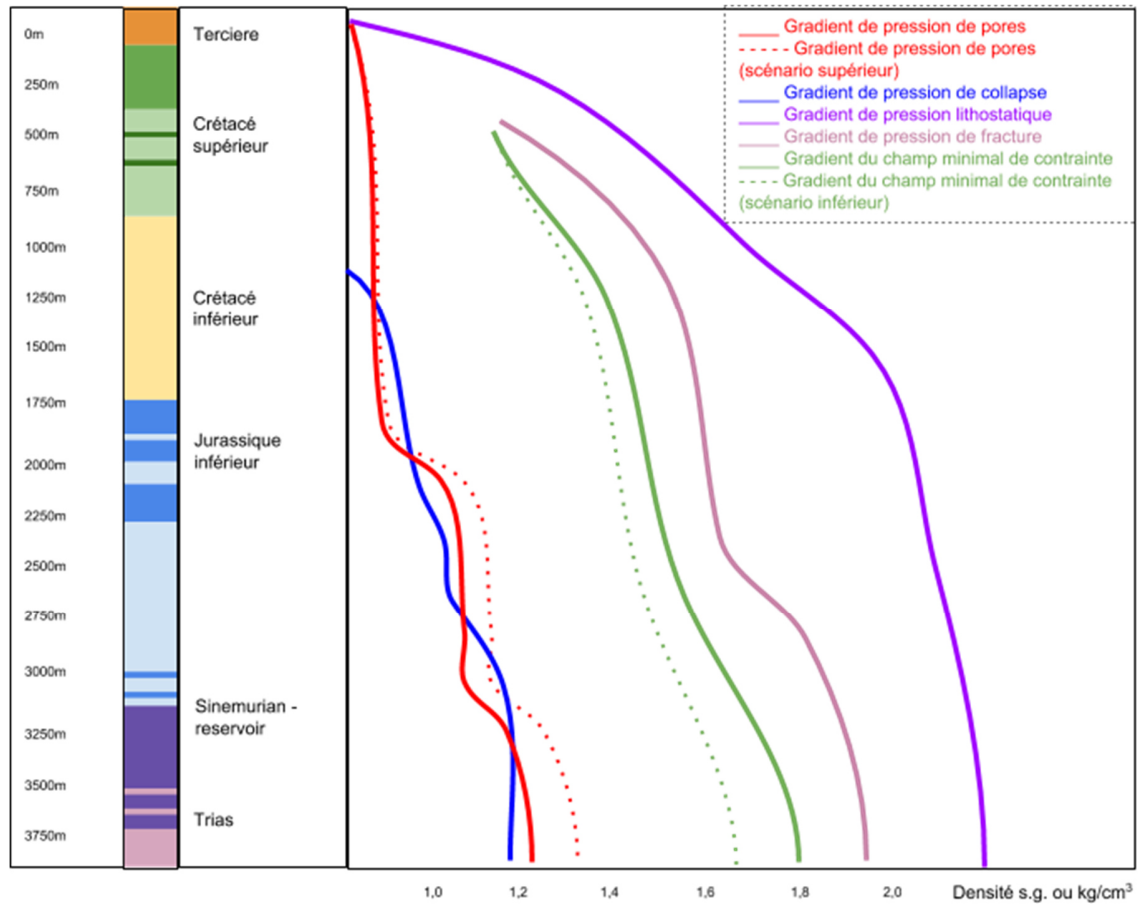
Il y a un risque de présence de H₂S à faible concentration au sein de la formation du Mont Cervin à 2.100m TVD RKB.

Du CO₂ ou des hydrocarbures ne sont pas attendus dans le puits, au vu des résultats des puits de référence.

Les précautions nécessaires pour forer des roches avec un risque de H₂S seront prises à partir de 2000 m TVD RKB et plus en profondeur.

2.4. Pronostic de pression et température

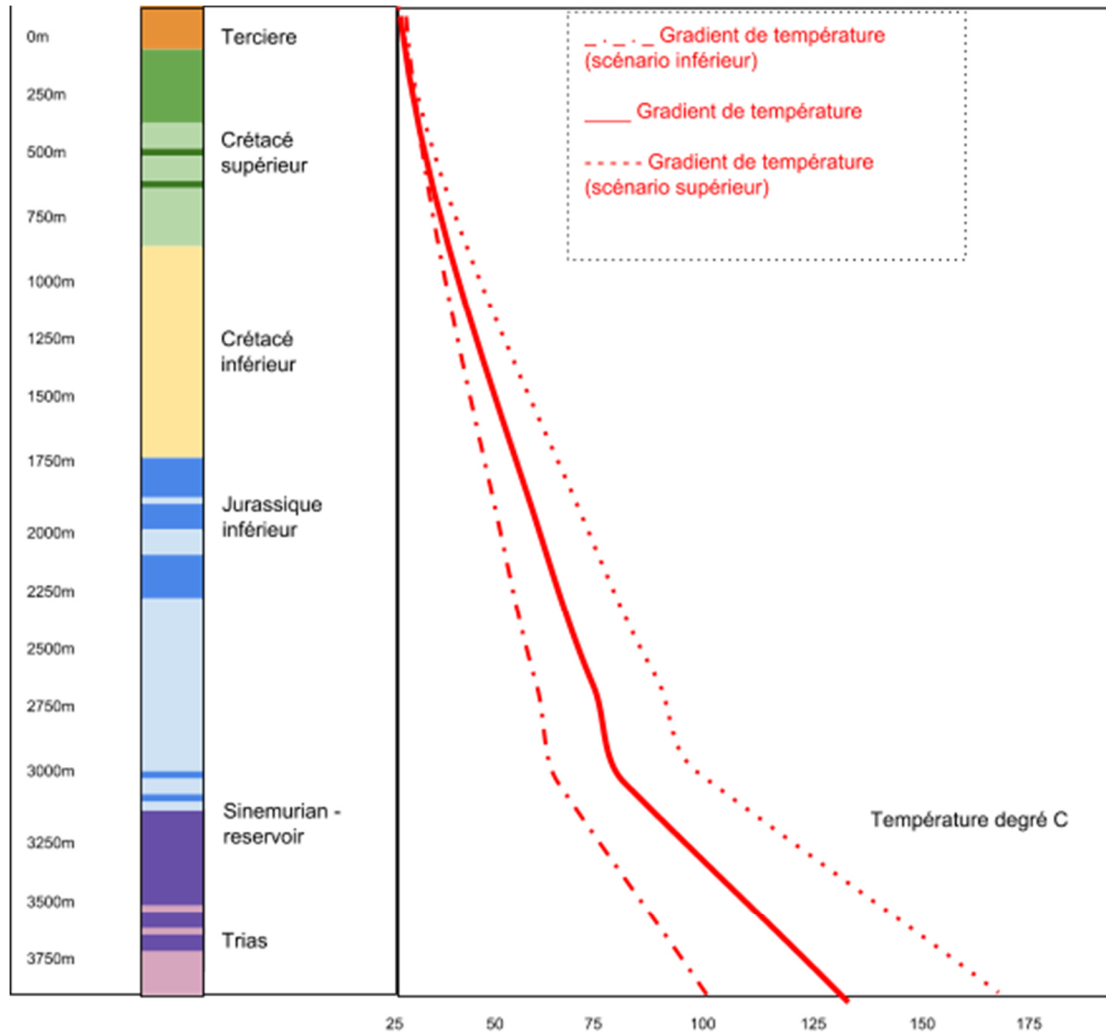
Le pronostic de pression est présenté ci dessous:



Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *Le contexte et la construction du pronostic de pression*
- *Les incertitudes vis à vis du pronostic de*
 - *Pression de pore*
 - *Pression de fracture*
 - *Pression d'effondrement « collapse »*
 - *Pression minimale du champ des contraintes*
- *Les données qui ont été utilisées pour construire ce pronostic*
- *Les valeurs de pression qui doivent être utilisées pour le design du puits et pour les opérations de forage.*
- *Dans certains cas, certains gradients de pression peuvent être présentés avec leur incertitudes: scénario inférieur / scénario supérieur*

Le pronostic de température est présenté ci dessous:



Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *Le contexte, les incertitudes et la construction du pronostic de température*
- *Les données qui ont été utilisées pour construire ce pronostic*
- *Les valeurs de température qui doivent être utilisées pour le design du puits et pour les opérations de forage.*
- *Dans certain cas, le gradient de température peut être présentés avec ses incertitudes: scénario inférieur / scénario supérieur*

- Capacité de pompage: 2.400l /min
- Pression de fonctionnement du BOP (bloc d'obturation du puits): 350 bars
- Alimentation en énergie: Moteur diesel avec back-up (2,5 MW)
- Accès: un transport spécifique sera nécessaire pour la passage du derrick sur le pont situé à 1km au nord de l'emplacement du site de forage.

Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- Impacts de l'unité de forage sur le voisinage (emplacement des grues et des structures existantes, limitation de l'espace aérien...)

3.3.Séquence des opérations

- Installation du tubage d'ancrage à 35m TVD RKB
 - Martelage
- Forage de la section de 26" et installation du tubage de 22" à 450m TVD RKB
 - Isolation des aquifères de surface
- Forage de la section de 16" et installation du tubage de 14" à 900m TVD RKB
 - Forage dévié
- Forage de la section de 12 ¼" et installation du tubage de 9 5/8" à 1600m TVD RKB
 - Forage incliné
- Forage de la section de 8 ½" et installation jusqu'à 2900m TVD RKB / objectif : aquifère réservoir du massif de Ittigen
 - Réalisation des diagraphies
 - Installation du liner de 7" : option de liner à fente / option de liner cimenté
- Test de production du réservoir
 - Test court / option de test long en cas de résultat positif
- Abandon du puits
 - Abandon définitif en cas de réservoir non-exploitable
 - Abandon temporaire en cas de réservoir exploitable

3.4.Design du puits

3.4.1.Général

Stratégie de design du puits

De part le côté exploratoire du puits et des incertitudes géologiques fortes, le design du puits a été préparé pour être robuste et flexible: offrant la possibilité d'installer des tubage additionnels si nécessaire durant le forage et permettant de faire face a des imprévus.

Pression de design du puits

La pression de design du puits (pression maximale qui peut être attendue en surface dans tous les scénarios possibles) a été évaluée à 350 bars.

Basé sur une pression maximale du réservoir (de 1,8 s.g.) à la profondeur la plus faible attendue (2.050 m TVD RKB), considérant un puits complètement rempli de fluide en phase gazeuse (ex: vapeur d'eau ou gaz naturel ou... avec une densité de 0,03 s.g.).

Puits de référence pour le design

Le design des tubages du puits est basé sur des puits similaires and sur l'expérience de Géothermie Ittigen AG dans des projets similaires.

Les puits de références suivant ont été consultés pour le design:

- Puits d'exploration situé à 22km au Sud-Est. Puits VD-12324235-HGUD-23
- 4 puits de géothermie profonde de la région de Munich en Allemagne (nom des puits...)
- 2 puits de géothermie de la région de Strasbourg, France (nom des puits...)
- etc.
-

Calcul de vérification

Les analyses de tolérance de "kick" et de calcul d'effort ont été réalisées pour vérifier le design du puits.

3.4.2.Design du puits - cas de base

Les tubages suivants seront installés dans le puits:

- 36" tubage d'ancrage
- 22" tubage de surface
- 18" tubage intermédiaire
- 14" tubage intermédiaire
- 9 5/8" tubage de production
- 7" liner de production

Les spécifications des tubages et leurs profondeurs d'installation sont présentées ci-dessous:

Trou nu	Diamètre nominal Tubage inch	Grade	Poids (lbs/ft)	Type de connexion	Intervalle MD RKB	"Float shoe"	"Shoe track"
36" (machine à pieux)	36"	X-56	552	D90	6 - 36m	n/a	n/a
26"	22"	X-80	224,21	DQ S-90	6 - 380m	oui	24m (2 joints)

20"	18 5/8"	L-80	94,50	Big Omega	320 - 530m	oui	48m (4 joints)
17 1/4"	14"	Q-125	114	Vam SLJII	6 - 1720m	oui	200m
12 1/4"	9 5/8"	P-110	62,8	Vam Top	6 - 2480m	oui	200m
8 1/2"	7"	P-110		Vam Top	2420 - 2800m	oui	200m

3.4.3.Tubage en cas d'imprévu

Les tubages suivants seront préparés et disponibles en cas d'imprévu:

- 16" liner
- 11 3/4" liner
- 7 5/8" liner

Ces tubages pourront être installés en cas de perte de boue forte et pour isoler la zone de perte. Alternativement, en cas de forage difficile dans une zone instable, ces tubages pourront être installés pour assurer une isolation de ces formations.

3.4.4.Analyse du design de tubage

Le design de tubage a été réalisé en suivant les coefficients de sécurité de la norme WEG Bohrungintegritat pour les paramètres d'effort axial, d'éclatement, d'effondrement et d'effort triaxial.

Le software xxxx a été utilisé pour cette analyse.

Les scénarios d'efforts suivant ont été considérés pour les différents tubages:

36" tubage d'ancrage: descente dans le puits

22" tubage: descente dans le puits / cimentation / test de pression

18" casing: descente dans le puits / cimentation / test de pression / perte de retour de boue

14" casing: descente dans le puits / cimentation / test de pression / perte de retour de boue / venue de vapeur

9 5/8" casing: descente dans le puits / cimentation / test de pression / perte de retour de boue / venue de vapeur

7" liner: descente dans le puits / cimentation / test de pression / venue de vapeur

Le tableau ci-dessous présente les tubages et leurs coefficients de sécurité calculés.

<i>Tubage</i>	<i>Poids et grade</i>	<i>connexion</i>	<i>Profondeur</i>	<i>Coefficient de sécurité - explosion</i>	<i>Coefficient de sécurité - effondrement</i>	<i>Coefficient de sécurité - axial</i>	<i>Coefficient de sécurité - triaxial</i>
22"	226ppf P-110	Tenaris ER	0 - 800 m MD RKB	1,74	8,3	3,62	2,16
18"	119 ppf Q-125	Hydril 511	0 - 1200 m MD RKB	4,1	1,86	3,07	4,1
14"	112,6 ppf SM125S	Vam Top	0-1900 m MD RKB	2,12	8,5	4,44	2,97
etc...							

Les paramètres suivant pourront aussi être considérés:

- *Le risque de flambement ("buckling") et les simulations associées.*

3.4.5.Tolérance de "kick"

A cause du risque de rencontre d'hydrocarbure, les tolérances de kick ont été calculées pour les sections de forage au dessous de 310 m TVD RKB.

Les critères de la norme NORSOK D-010 rev.3 ont été suivis.

Le tableau suivant présente les différentes sections et les tolérances de kick associées.

<i>Taille du trou nu</i>	<i>intervalle</i>	<i>Densité de la boue de forage</i>	<i>Champ des contraintes FIT / LOT</i>	<i>Pression max de pore / attendue</i>	<i>Pression de fracture max / attendue</i>	<i>Tolérance de kick</i>
36"	0 - 30m MD RKB	1.05 sg	n/a	n/a	n/a	n/a
26"	30 - 310 m MD RKB	1,05 sg	n/a	n/a	n/a	n/a
17 ½"	310 - 820 m MD RKB	1,15 sg	1,22 sg	1,1 sg / 1,03 sg	1,32 sg / 1,25 sg	infinie
12 ¼"	820 - 1500 m MD RKB	1,3sg	1,38 sg	1,25 sg / 1,10 sg	1,46 sg / 1,38 sg	14 m3
etc...						

--	--	--	--	--	--	--

Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *Risque de venue (kick) d'eau de formation géologique artésienne (même dans les sections préliminaires)*
- *Risque de venue (kick) d'hydrocarbure (même dans les sections préliminaires)*
- *Risque de formation de vapeur d'eau en cas de température élevée*
- *Utilisation de techniques/équipements de détection de venues (kick) spécifiques*
- *etc...*

3.4.6.Emplacement du puits et de l'objectif du puits

Emplacement du puits:

Coordonnées géographiques:

- *Latitude: 42 degrés 12' 02" N (+ référence, ex WGS84)*
- *Longitude: 7 degrés 01' 31" E*

Coordonnées UTM:

- *Nord: 5 118 227 m (Zone/Secteur: 32T)*
- *Est: 347 647 m*

Adresse: Geothermiestrasse 34, Ittigen, 3063, Bern Kanton.

Emplacement de la cible du puits:

Coordonnées UTM:

- *Nord: 5 118 227 m (Zone/Secteur: 32T)*
- *Est: 347 647 m*
- *Profondeur: 3.300m TVD RKB*

3.4.7.Fluide de forage / simulation hydraulique

Les fluides qui seront prévu pour le forage sont présentés ci-dessous :

Section 26": *En cas de forage de la section (si le martelage est difficile), le fluide utilisé sera de l'eau claire de densité 1,02 sg*

Section 17" ½: *Eau claire + polymères et particules contre pertes; densité 1,03 - 1,05 sg*

Section de 12 ¼": *Boue à base d'eau, densité de 1,22 s.g.*

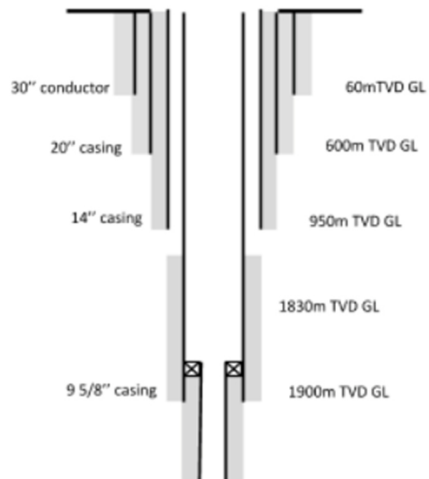
Section de 8 ½": *Boue à base d'eau, densité de 1,22 s.g.*

Les paramètres suivants pourront aussi être considérés:

- *Stratégie de fluide / risques spécifiques (pertes importante, composant de fluide spécial)*

3.4.8.Cimentation

Le programme de cimentation est présenté dans le schéma ci-dessous :

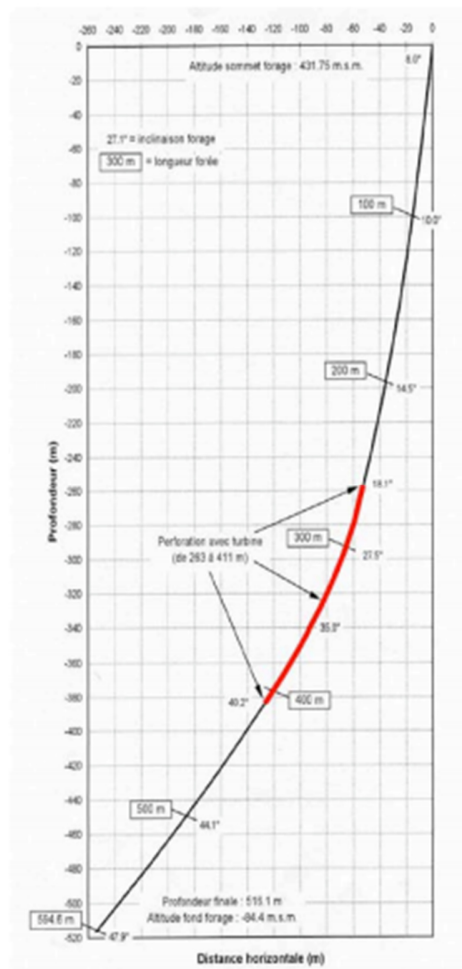


Les paramètres suivants pourront aussi être considérés:

- *Stratégie de cimentation / risques spécifiques (ciment spécial, cimentation étagée...)*

3.4.9.Trajectoire de forage

La trajectoire de forage directionnel est présentée dans le graphique ci-dessous. Une trajectoire détaillée sera aussi communiquée aux autorités en format électronique.



Source: Etude du potentiel géothermique du Canton de Vaud (Berli & Pingel 1994)

Les paramètres suivants pourront aussi être considérés:

- Risques spécifiques associés au forage directionnel

3.4.10. Durée des opérations

Ce paragraphe vise à démontrer l'évaluation de la durée des opérations effectuée, ses incertitudes et sa robustesse.

L'estimation de la durée des opérations est présentée dans le tableau ci-dessous.

Les puits de références pour cette estimation sont:

- Les puits xxx et xxxx du bassin parisien
- Les puits de forage de calcaire d'Europe de plus de 2000m de la base de donnée xxxx
- Etc...

Puits Ittigen-01 - Estimation de la durée des opérations		(jours)	
	P10	P50	P90
TOTAL	45,6	60,8	76,9
Opérations			
Préparation	1,74	2,32	2,91
Pré-forage	1,53	2,45	3,63
Section de 36"	2,67	5,49	8,26
Section de 26"	7,62	12,89	18,04
Section de 17 1/2"	7,58	10,27	13,37
Section de 12 1/4"	5,53	10,15	13,46
P&A	6,74	11,22	16,02

L'estimation de la durée des opérations a été faite utilisant une approche probabiliste pour pouvoir capturer un intervalle d'incertitude.

- *P10 signifie que 10% des cas sont sous cette durée (ceci ne signifie pas que cette durée a 10% de chance de se réaliser)*
- *P50 signifie que 50% des cas sont sous cette durée (ceci ne signifie pas que cette durée a 50% de chance de se réaliser)*
- *P90 signifie que 90% des cas sont sous cette durée (ceci ne signifie pas que cette durée a 90% de chance de se réaliser)*

Pour le budget alloué au forage du puits, c'est une durée de P70 qui été retenue: 63,8 jours. Ceci permettra de faire face à un grand nombre d'imprévus et refléter le caractère exploratoire du puits, et ses d'incertitudes.

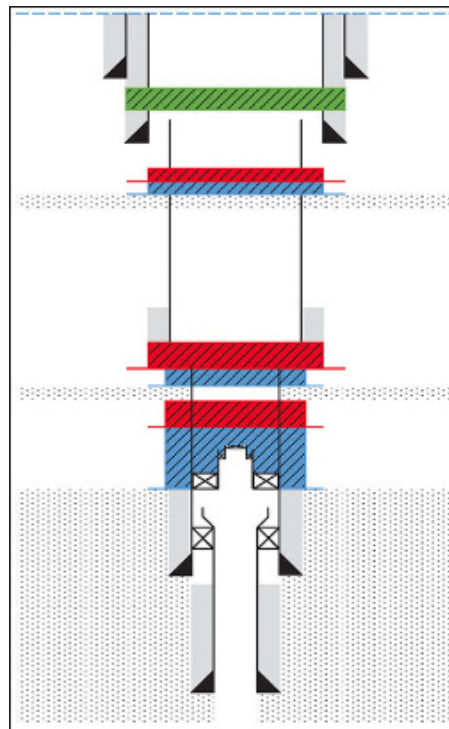
Les considérations suivantes pourront aussi être incluses:

- *L'utilisation d'un autre modèle de calcul d'incertitudes (autre que probabiliste Monte Carlo)*

3.4.11. Abandon du puits (P&A)

Plan d'abandon permanent

Pour chaque formation perméable qui sera isolée, la barrière de puits primaire est représenté en bleu, et la barrière secondaire en rouge. La barrière de surface est représentée en vert.



Les paramètres suivants pourront aussi être considérés:

- *Représenter les profondeurs des roches, des barrières, les hauteurs de ciment, etc... sur le schéma d'abandon.*

3.5. Acquisition de données - diagraphies

Le détail des données qui seront collectées durant les opérations de puits est présenté dans ce chapitre.

3.5.1. MWD / LWD et diagraphie

Plan d'acquisition de données de MWD (measurement while drilling) et LWD (logging while drilling):

Tubage d'ancrage

N/A

Section de 26"

GR/RES

Section de 17 ½"

GR/RES + DENS/NEUT + SONIC + FIT

Section de 12 ¼" section

GR/RES + DENS/NEUT + SONIC + FPWD + XLOT

Section de 8 ½"

GR/RES + DENS/NEUT + SONIC + FPWD + XLOT

Acquisition de donnée en wireline dans le trou nu de 8 ½" (diagraphie:

GR/RES + DENS/NEUT + SONIC + Borehole image + carotte latérale (option)

Description des données:

GR= "gamma ray"

RES= "résistivity"

DENS/NEUT= "density / neutron"

SONIC = "sonic acoustic logging"

FPWD = "formation pressure while drilling"

FIT = "Formation integrity test"

XLOT = "Extended leak off test"

3.5.2. Test de production

Durant les tests de production, la pression et la température seront surveillées en surface et en profondeur.

Le test court consiste en:

- Phase de production de 8h
- Phase d'arrêt de 4h; avec surveillance de la réponse en pression du réservoir

Le test long consiste en:

- Phase de production de 28h à différents débits de production (500 m³/jour; 1.000 m³/jour; 2.000 m³/jour; 3.000 m³/jour)
- Phase d'arrêt de 8h - avec surveillance de la réponse en pression du réservoir

Ces tests permettent d'évaluer la capacité de production du réservoir, son volume, sa connectivité et sa recharge.

4. Gestions des risques et des dangers

4.1.Stratégie

Référence est faite à l'analyse de risque du puits Ittigen-01, qui capture les dangers identifiés durant les opérations de puits, leur impacts et leur mesures d'atténuations des risques.

Cette analyse de risque sera utilisée dans toutes les phases du projet de puits. Ses résultats sont intégrés dans ce programme de forage, et seront intégrés dans les procédures opérationnelles sur le site de forage.

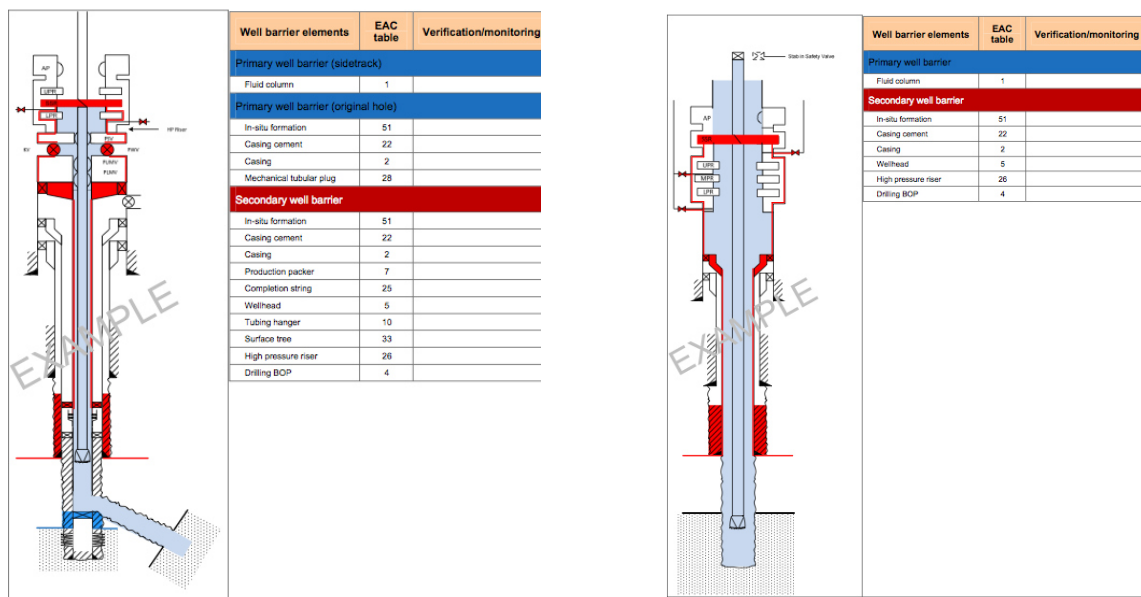
Les risques les plus important identifiés pour les opérations de ce puits sont:

- *Transfert de connaissance entre l'équipe de planification et l'équipe opérationnelle du site de forage*
- *Contrôle de puits (risque de H₂S)*
- *Le design de l'abandon du puits en cas de présence de réservoir inattendu*

4.2.Barrière de puits

Les barrières de puits, représentée selon la norme NORSOK D-010, sont présenté ci dessous pour les phases clés du forage:

- *Forage de l'aquifère réservoir - section de 8 ½"*
- *Puits complété- en exploitation*
- *Puits abandonné*



Source: NORSOK D-010 rev.3

5. Organisation

Le projet de puits et les opérations seront organisés avec les responsabilités suivantes:

