

SELO

**Eléments techniques et géologiques en vue de la demande
de DUP sur le forage thermal F6**

**Juillet 2001
n° A 24154 /A**

SELO

14 boulevard Henri Bourrillon
48000 MENDE

Eléments techniques et géologiques en vue de la demande de DUP sur le forage thermal F6

Juillet 2001
n° A 24154 /A



Agence Languedoc-Roussillon
Parc Club Le Millénaire – Bât 15
1025, rue Henri Becquerel
34036 MONTPELLIER CEDEX 1
Tél. : 04.67.15.91.10-Fax : 04.67.15.91.11.

Synthèse

Les thermes de Bagnols-les-Bains exploitent actuellement un forage peu profond avec les risques de qualité que cela comporte. Face à ce problème, la SELO a engagé des investigations par forage afin de recapter l'eau thermale en profondeur et dans des conditions de protection sanitaires satisfaisantes.

Les reconnaissances effectuées depuis 1999 ont débouché sur la réalisation d'un nouveau forage (F6), implanté à partir des données acquises lors de la foration de cinq forages de reconnaissance et d'études géologiques poussées.

Ce forage a recoupé des venues d'eau thermale entre 120 et 141 m de profondeur. Les caractéristiques physico-chimiques et l'analyse de l'eau sont similaires à celles du forage exploité actuellement. Un pompage d'essai a été mis en œuvre depuis début septembre 2000. Les analyses bactériologiques réalisées jusqu'à ce jour montrent une eau indemne de contamination, y compris par les pseudomonas et les légionelles.

Compte tenu de ces résultats positifs, ce forage sera utilisé pour l'alimentation en eau thermale des Thermes de Bagnols.

LA SELO n'a toutefois pas la maîtrise foncière de la parcelle sur laquelle il est situé. Le propriétaire ne souhaitant pas actuellement la vendre, la SELO a décidé d'engager une procédure de DUP qui permettra une mesure d'expropriation.

Le présent document concerne l'ensemble des données techniques et géologiques du forage F6 et du transport/stockage ainsi que les contraintes environnementales du site.

Il est mis en évidence que l'implantation du forage F6 correspond à l'implantation optimale.

Elle permet d'assurer à l'ouvrage des conditions sanitaires satisfaisantes tout en captant l'eau de "faciès Bagnols".

Sommaire

	Page
1. Présentation du contexte général	6
1.1. Historique du captage F6 et motivation de son exploitation	6
1.2. Estimation quantitative des besoins des thermes	9
1.3. Contexte réglementaire : description de la procédure d'autorisation qui sera engagée	10
2. Descriptif du dispositif d'alimentation prévu	11
2.1. Implantation du forage	11
2.2. Implantation du stockage	12
2.3. Tracé de la canalisation d'amenée aux thermes	13
3. Connaissance de la ressource, caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	15
3.1. Description géologique du gisement – Extrait de la carte géologique	15
3.2. Description des prélèvements dans le gisement.	17
4. Qualité de la ressource et des eaux distribuées	18
4.1. Synthèse des analyses d'eau du forage F6 – Comparaison avec le forage thermal F3.	18
4.2. Caractéristiques des eaux et contexte géologique	20
4.3. Bactériologie de l'eau	21
5. Caractéristiques du captage	23
5.1. Dénomination	23
5.2. Localisation	23
5.3. Caractéristiques techniques – Coupe technique et géologique	23
5.4. Mesures de débits effectuées à ce jour.	27
5.5. Régime d'exploitation demandé	27
6. Vulnérabilité et environnement	28
6.1. Vulnérabilité du captage – F6	28
6.2. Description de l'environnement du captage, inventaire des nuisances potentielles et évaluation des risques de pollution	28
6.3. Contraintes environnementales du site	29

Figures

- Figure 1 : Carte de situation au 10.000^{ème}
Figure 2 : Implantation du forage F6 au 1.500^{ème}
Figure 3 : Plateau technique du forage F6 – Tracé de la canalisation
Figure 4 : Plan de masse du local technique
Figure 5 : Schéma de principe de l'aménagement du local technique
Figure 6 : Schéma de principe de l'installation de pompage
Figure 7 : Carte géologique au 50.000^{ème}
Figure 8 : Coupes géologique schématique Nord-Sud de Bagnols
Figure 9 : Diagramme d'analyse Schoeller Berkaloff
Figure 10 : Coupe technique et géologique du forage F6
Figure 11 : Carte de situation au 25.000^{ème} de la limite du parc national des Cévennes

Annexes

- Annexe A : Législation eau minérale : procédure d'autorisation - projet
Annexe B : Analyses chimiques du forage F6

Tableaux

- Tableau n° 1 : Caractéristiques des eaux exploitées par le centre thermal de Bagnols
Tableau n° 2 : Analyses chimiques du Forage F6 en pompage
Tableau n° 3 : Caractéristiques des eaux du forage thermal F3 et du forage F6
Tableau n° 4 : Résultats des analyses bactériologiques affectées sur le forage F6
Tableau n° 5 : Mesures de débits sur les forages F6 et F3 thermal

1. Présentation du contexte général

1.1. Historique du captage F6 et motivation de son exploitation

En 1999, la station thermale de Bagnols-les-Bains disposait de deux ouvrages (cf. figure 1) :

- le forage "F3" réalisé en, 1994-1995, implanté à proximité immédiate du puits (1775) et de l'établissement thermal. Ce forage était administrativement en instruction de dossier d'autorisation, en remplacement du puits. Cet ouvrage ne présentait pas toutes les garanties sanitaires d'exploitation ;
- un forage profond (306 m) réalisé en 1993. Ce forage produit une eau moins chaude que l'eau de type Bagnols, et présente moins de sulfures. C'est pourquoi, ce forage ne peut être utilisé pour le thermalisme.

C'est dans ce cadre qu'en fin de l'année 1999, la SELO a entrepris des études, avec pour but :

- le recaptage en profondeur de la ressource thermique de type "Bagnols" (bicarbonaté et sulfaté calcique) dans des conditions sanitaires satisfaisantes et fiables.

Les travaux aboutissant à la réalisation du forage F6 se sont déroulés de 1999 à septembre 2000. Il a été réalisé les étapes suivantes :

- prospection radon des sols,
- analyse structurale,
- synthèse géologique et géochimique (isotopes du soufre),
- diagraphies (conductivité, température) sur le forage profond BRGM jusqu'à 281 m de profondeur.

Ces travaux ont conduit à définir trois cibles pour la recherche par forage d'eau thermique type "Bagnols" :

- cible n° 1 : 3 zones sur les parcelles n° 710 et 155,
- cible n° 2 : parcelle n° 362,
- cible n° 3 : parcelle n° 338.

■ Juin Août 1999 – Réalisation du forage de reconnaissance n° 1 "Pervenche" (Parcelle n° 155).

Le forage n° 1 est implanté à environ 200 m au Sud du forage thermal exploité (F3 – thermal) et a été foré jusqu'à 250 m.

Des eaux approchant les eaux de Bagnols ont été mises en évidence entre 171 et 216 m de profondeur. Cependant, la température de l'eau n'est que de 28°C et bien que l'eau ait le faciès chimique "type Bagnols", elle est moins minéralisée et le sulfure (H₂S) n'est perceptible qu'en début de pompage.

Après la réalisation du forage n°2, il apparaît que le forage F1 ne capte pas la venue d'eau thermique, mais se situe vraisemblablement en bordure du "tronc thermal".

■ Août 1999 – Forages de reconnaissance n° 2, 3 et 4 en rive gauche du Lot (parcelle n° 362).

Ces trois forages ont été implantés dans la cible n° 2. Les forages n° 2 et 4 ont été implantés sur une même anomalie radon. Ils se situent en amont du forage "F3 thermal", à une distance de 40 et 50 m environ.

Ces deux forages ont mis en évidence une ressource en eau thermique; cependant la température de l'eau reste inférieure à celle du forage thermal (34,5°C au lieu de 40/42°C).

Les venues d'eau identifiées aux cotes 832 et 872 NGF sont plus profondes que celles captées dans l'établissement thermal à la Galerie du Préfet et bassin 50 et 52 cotes (903 – 906 m) et la bonne qualité bactériologique de début de pompage ne s'est pas maintenue.

Un autre forage réalisé dans la parcelle n° 362 (forage F3), profond de 100 m et situé à 20 m à l'Ouest du forage F2 et F4 n'a pas mis en évidence d'eau du type Bagnols.

Les venues d'eau rencontrées entre 54 et 139 m de profondeur sont des eaux tièdes (23 à 25°C) et faiblement minéralisées de type bicarbonate calcique faciès différent de celui de Bagnols et la bactériologie de l'eau n'est pas satisfaisante.

■ Septembre 1999 – Prospection radon en rive droite du Lot

Afin de compléter la prospection radon d'avril qui s'était limitée en rive gauche du Lot, un complément a été réalisé. Trois zones anormales ont été repérées sur les parcelles 332 et 758.

- Octobre 1999 – Forage de reconnaissance n° 5 en rive droite du Lot (parcelle n°332).

Un forage de 96 m a été réalisé. Il a mis en évidence une importante ressource en eau, mais différentes du type "Bagnols". Il s'agit d'une eau tiède (20°C) et faiblement minéralisée de type bicarbonate calcique.

La qualité bactériologique est satisfaisante sur l'unique prélèvement réalisé.

- Avril – Juin 2000 – Réflexions sur le gisement de Bagnols.

La synthèse des données acquises lors de la réalisation des cinq forages de 1999 (F1 à F5), complétée par une diagraphie sur le forage F2 qui a mis en évidence une eau proche de l'eau thermale de Bagnols a conduit à réaliser un sixième forage. Ce forage est programmé en tenant compte des reconnaissances précédentes (anomalie radon, zone faillée, pendage du "couloir de circulation d'eau thermale).

Géographiquement le lieu optimal se situe au Sud des forages de reconnaissance F2 et F4 et à 110 m de profondeur (cf. figure 1).

Le site optimal ainsi déterminé correspond à la parcelle n° 338.

- Juillet-Septembre 2000 – Réalisation du forage de reconnaissance n°6.

Ce forage a identifié entre 121 e 141 m de profondeur une venue d'eau thermale. Les caractéristiques physicochimiques (température et soufre) et l'analyse de l'eau sont similaires à celles du forage F3 thermal.

Les analyses bactériologiques réalisées au cours d'un pompage d'essai de courte durée montrent une eau indemne de contamination.

Le débit d'essai (2,5 m³/h à 6m³/h) permet d'espérer une exploitation à 6 m³/h voire plus. Les objectifs recherchés ont été atteints.

Par ailleurs, ce forage positif et les cinq forages réalisés auparavant permettent de préciser et de déterminer la localisation du "couloir de circulation d'eau thermale" (cf. chapitre "connaissance de la ressource").

Sur ce couloir, trois forages ont été réalisés F2, F4 et F6 et **seul ce dernier** produit **une eau bactériologiquement satisfaisante** et fiable (après 10 mois de pompages et d'analyses).

La phase suivante, sera l'exploitation du forage avec les points suivants :

- a) Equipement du forage en matériaux compatibles avec le fluide (inox 316 L) :
- colonne de captage,
 - pompe immergée et colonne d'exhaure de l'eau,
 - tête de forage et instrumentation,
 - canalisation de transport vers l'établissement thermal.
- b) Elaboration du dossier de demande d'exploiter à l'émergence :
- données de pompage (6 mois),
 - analyses chimiques et bactériologiques,
 - maîtrise du périmètre sanitaire à l'émergence (protection de la ressource au niveau du captage).

1.2. Estimation quantitative des besoins des thermes

Selon l'exploitation actuelle, les besoins des thermes sont couverts par une production minimum de $6\text{m}^3/\text{h}$, 24H/24H d'eau thermique (faciès Bagnols).

Pour les besoins des soins dispensés en "ORL" un débit de $1\text{m}^3/\text{h}$ sans stockage est nécessaire (alimentation en direct, pour une conservation optimale de la minéralisation spécifique des eaux et pour le respect des normes sanitaires).

Pour les besoins des autres soins ("Rhumatologie"), un débit plus important est nécessaire. Sur la base de la fréquentation actuelle les besoins sont estimés entre 8 et $12\text{m}^3/\text{h}$.

Les pointes de fréquentation sont assurées par un stockage actuellement équivalent à quelques heures de production. Pour les objectifs sanitaires et de conservation du fluide, il est recommandé de limiter le stockage à quelques heures.

Globalement les besoins en eau thermique sont couverts par une production de $150\text{m}^3/\text{j}$, soit au **minimum $6\text{m}^3/\text{j}$, 24H/24H**, en période de fréquentation maximale.

1.3. Contexte réglementaire : description de la procédure d'autorisation qui sera engagée

La ressource en eau thermale mise en évidence au forage F6, fera l'objet d'une procédure d'autorisation.

Le dossier "eau minérale" est instruit techniquement par la DASS pour l'aspect sanitaire, par la DRIRE pour l'aspect ressource, sous-sol.

Le dossier est instruit au niveau régional (département de la Lozère) sous la responsabilité du Préfet, et au niveau national, par le Ministère de la Santé.

Le projet de nouvelle réglementation (projet 2000) intègre la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (cf. annexe A).

Le cheminement de la procédure selon le décret de Mars 1957 et le projet 2000 est donné en page suivante.

2. Descriptif du dispositif d'alimentation prévu

2.1. Implantation du forage

Le forage n° 6 est implanté sur le territoire de la commune de Bagnols-les-Bains, dans la parcelle n° 338 (cf. figure 2).

Les coordonnées Lambert, déduites de la carte IGN au 25.000^{ème} sont :

- X = 705,720,
- Y = 245,640,
- Z = + 955 m (\pm 5 m).

Ce site se trouve à environ 250 m des thermes, en suivant la route longeant l'établissement thermal et rejoignant la Départementale 41 (cf. figure 3).

Le forage sera protégé par un local technique d'environ 5 m X 3 m, séparé en deux zones (cf. figures 4 et 5).

Une zone "forage" qui a pour fonction la protection de la tête de forage ou tête de puits et l'équipement hydraulique immergé (cf. figure 6).

L'équipement immergé comprend le matériel suivant :

- un groupe électro-pompe immergé en inox capable de refouler 8 m³/h à 60 mCe avec son câble électrique,
- une colonne d'exhaure inox DN50 type HAGUSTA fixée à la pompe et raccordée à la tête de puits,
- deux tubes piézométriques immergés en inox 316L,
- un câble avec une biélectrode basse Inox/téflon "manque d'eau" disposée 1 m au-dessus du corps de pompe.

La tête de puits, fixée sur le tubage inox du puits, est équipée de différentes réservations pour le supportage et le passage du matériel suivant :

- une colonne d'exhaure inox DN50,
- deux tubes piézométriques inox immergés,
- un évent muni d'un filtre anti-bactérien 0.2 μ ,
- des presses étoupes pour le câble d'alimentation électrique de la pompe et le câble de l'électrode manque d'eau.

La tête de puits comprend ensuite une longueur droite verticale de l'exhaure DN 50. L'ensemble supporte la partie horizontale de la manchette de mesures.

La manchette de mesure :

Elle regroupe l'équipement et l'instrumentation qui permet le télé-suivi de paramètres physico-chimiques nécessaires à l'homologation des eaux. Elle est réalisée en inox 316 L (cf. figure 6) et comporte :

- un robinet de prélèvement à bec flambable au plus près de la tête de puits pour les analyses d'eau,
- un débitmètre ultrasonique avec sortie 4-20 mA
- une sonde de conductivité/température,
- un contrôleur de circulation,
- une vanne à membrane de réglage de débit , un piquage sanitation et un dispositif de répartition avec déconnexion hydraulique pour rejet au pluvial.
- un disconnecteur type BA ou un clapet anti-retour type sandwich selon la demande de la DDASS.

La manchette de mesures se prolonge par une longueur droite verticale de l'exhaure DN 50 terminée par une bride de raccordement à la canalisation de transport vers les thermes.

2.2. Implantation du stockage

Le stockage d'environ 200 m³ sera réalisé en amont et à l'extérieur des thermes, au-dessus de la piscine extérieure.

Le stockage sera constitué d'une plate-forme permettant de recevoir deux bâches souples de 100 m³ chacune. L'ensemble sera protégé par un bâtiment calorifugé. Il y aura une arrivée de la canalisation d'amenée sur le stockage avec un bypass permettant une décharge des eaux avant réservoir quand ceux-ci seront pleins ou afin de pouvoir intervenir sur les bâches sans arrêter le forage F6.

Le bypass sera asservi au niveau des réservoirs :

- niveau bas : remplissage des réservoirs et bypass fermé,
- niveau haut : ouverture du bypass vers une décharge et arrêt remplissage des réservoirs.

Un jeu de vannes permettra de passer d'un réservoir à l'autre indépendamment, de les utiliser ensemble ou de les isoler.

2.3. Tracé de la canalisation d'amenée aux thermes

Le tracé retenu pour la canalisation d'amenée du fluide thermal est celui qui suit la route communale du forage F6 jusqu'au thermes, afin de s'affranchir des traversées de terrains privés et des servitudes.

Le tracé est présente en figure 3.

Les canalisations d'amenée aux Thermes sont au nombre de deux. Une canalisation calorifugée est utilisée pour transporter le fluide thermal du forage F6 vers les réservoirs des thermes, l'autre est utilisée pour la sanitation en boucle de la canalisation d'amenée.

La canalisation d'amenée en inox 316L calorifugé sera posée enterrée dans les règles de l'art en bordure de la route communale du plateau technique jusqu'au nouveau local stockage situé à l'angle amont des Thermes. Une soupape de dégazage en inox sera installée en point haut.

La canalisation de sanitation est en inox 316L non calorifugée. La sanitation en boucle se fera par l'intermédiaire d'un groupe électro-pompe qui permettra l'injection du produit jusqu'au remplissage de la canalisation d'amenée afin de la stériliser convenablement.

INSERER LA PAGE

DE PROCEDURE D'AUTORISATION EAU MINERALE

3. Connaissance de la ressource, caractéristiques géologiques et hydrogéologiques

3.1. Description géologique du gisement – Extrait de la carte géologique

Le site thermal de Bagnols se situe dans les terrains métamorphiques entre le granite du Mont Lozère et les causses de Montbel et le granite de la Margeride au Nord.

Ces terrains métamorphiques sont représentés par des micaschistes phylliteux, des micaschistes quartzeux et des gneiss à cordiérite, andalousite et grenat (cf. figure 7). Ces terrains sont affectés de deux failles majeures, une faille NW-SE qui suit le Lot et une faille NNE-SSW, selon l'extrait de la carte géologique au 50.000^{ème}

D'un point de vue hydrogéologique, ces failles jouent un rôle majeur : elles constituent soit des "limites étanches" qui compartimentent les terrains (certains sont aquifères, d'autres sont non productifs), soit des "couloirs de circulation d'eau thermale".

L'analyse de toutes les coupes géologiques des ouvrages réalisés à Bagnols depuis 1974, montre que les terrains recoupés sont des micaschistes noirs très feuilletés (ou phylliteux) et des micaschistes quartzeux, parallèles à la stratification originelle, évolués en "œil" ou "amygdales" de quartz. Il ne s'agit pas de "filons" séquant à la stratification.

Ces niveaux ne constituent pas de "drains" au sens hydrogéologique.

Rappelons que, historiquement, la "sortie" d'eau thermale chaude devait être située en rive gauche du Lot, au niveau de l'établissement thermal actuel et au niveau altimétrique ou à quelques mètres au-dessus du lot.

Depuis 1993, de nombreuses recherches par forage ont été réalisées, à proximité du puits réalisé en 1975/1978 qui avait été implanté à quelques mètres de la "galerie du préfet" dans des années 1900 :

- 4 forages ont été réalisés en 1993/1995, (dont le forage F3 thermal) ;
- un forage profond (306 m) a été réalisé en 1993, (forage profond BRGM) ;
- 5 forages ont été réalisés en 1999/2000, dont le forage F6.

Ces forages ont permis d'acquérir des connaissances sur la circulation des eaux thermales. Les points importants sont les suivants :

- le gisement de Bagnols est géographiquement limité ;
- les forages réalisés en rive droite du Lot (1999 et 1995/96) ne présentent aucun indice d'eau thermique ;
- les forages réalisés en 1999/2000 (F1 et F4) ont confirmé la remontée d'un flux d'eau minérale avec un champignon thermique autour de la zone historique d'émergences (cf. figure 8).

Le forage de reconnaissance F2, profond de 144 m, a intercepté l'eau thermique à 80 m de profondeur dans une zone située à 40 m de distance du forage actuellement exploité en 2001. Les investigations (diagraphies, analyses d'eau) réalisées sur cet ouvrage ont montré qu'au-delà de 90 m de profondeur, "on sortait" du gisement thermal.

Un forage réalisé à une trentaine de mètres au Nord du forage F2 (139 m de profondeur) n'a rencontré aucune venue d'eau thermique. Seule la température de l'eau anormale, a traduit la présence d'eau thermique à proximité du site.

Grâce aux informations fournies par ces reconnaissances, un schéma de circulation de l'eau thermique a pu être établi (cf. figure 8) et la zone cible favorable pour le captage d'eau thermique du type Bagnols a été identifiée au droit d'une zone anormale en radon (la prospection radon est adaptée à l'identification en surface de zones faillées) et entre 120 et 150 m de profondeur. Cette zone correspond à la rive gauche du Rieu Frech, affluent du Lot.

Le forage F6 établi sur cette zone a confirmé le schéma de la figure 8.

3.2. Description des prélèvements dans le gisement.

Actuellement dans le gisement thermal de Bagnols, deux ouvrages permettent de prélever des eaux :

Forage thermal F3 : Ce forage est exploité au débit de 6m³/h pour les besoins du thermalisme. Il est exploité 24H/24H, soit 144 m³/j.

Les caractéristiques de l'eau sont données dans le tableau n° 1.

Forage profond BRGM : Ce forage peut produire un débit de 3m³/h maximum sans interférence avec le forage thermal F3.

Les caractéristiques de l'eau sont différentes de celles du forage F3 et en particulier vis-à-vis de la minéralisation globale et de l'absence de soufre (H₂S).

Ce forage est exploité pour des besoins de l'activité "remise en forme". Il n'y a pas d'autorisation au titre de la législation "eau minérale".

	Forage F3 thermal	Forage profond BRGM
Température de l'eau °C	42	31,4
Minéralisation globale (mg/l)	680	960
Présence d'H ₂ S	Oui	Non
En mg/l		
Ca	21	27
Mg	-	3
Na	180	180
K	12	-
HCO ₃	270	350
Cl	24	20
SO ₄	170	510

Tableau n° 1 – Caractéristiques des eaux exploitées par le centre thermal de Bagnols

4. Qualité de la ressource et des eaux distribuées

4.1. Synthèse des analyses d'eau du forage F6 – Comparaison avec le forage thermal F3.

Le forage F6 a été mis en pompage fin Août 2000 dès la fin de foration et de l'aveuglement des eaux superficielles.

Les analyses chimiques disponibles sont présentées en annexe B et dans le tableau n°2.

Les analyses effectuées à des débits de 4 à 6 m³/h montrent la stabilité des paramètres suivis, paramètres caractéristiques des eaux du gisement (bicarbonate, sulfate, sodium).

Le tableau n° 3 compare les analyses des eaux du forage F3 thermal et du forage F6.

Le tableau montre que le forage F3 thermal est légèrement plus minéralisé que le forage F6 pour les éléments calcium et sulfate.

Globalement la minéralisation est équivalente et du même faciès (bicarbonaté et sulfaté sodique).

SELO (48)
Eléments techniques et géologiques en vue de la demande de DUP sur le forage thermal F6
A 24154 /A

Date	25/02/01	29/03	12/04	19/04	23/04	30/04	09/05	17/05	21/05	1/06	7/06
Débit m³/h	4,1	5,98	5,9	5,95	6,0	5,87	6,0	6,0	5,85	5,0	4,0
mg/l											
HCO ₃	295	296	289	286	-	283	287	282	296	299	295
Cl	20,3										
SO ₄	141	137	126	133	136	137	136	135	118	144	138
CQ	14,9										
Mg	1,2										
Na	170	180	-	180	180,4	178,3	172,0	168	163,3	170	174
K	10,9										
NO ₃	< 1										
F	8,9										
Fe	1,8	1,12	1,13	1,11	0,805	-	0,89	0,87	0,924	0,818	1,05

Tableau n° 2 – Analyses chimiques Forage F6 en pompage

Année d'analyse	Forage F3 thermal 1996	Forage F6 2000	Eau non thermique Forage	
			F3	F5
Température de l'eau °C	42,0	40	25	25
Minéralisation globale (mg/l)	680	670	453	185
Présence d'H ₂ S	Oui	Oui	Non	Non
En mg/l				
Ca	21,0	15	112	11,2
Mg	-	1,2	14,1	4,5
Na	180	170-180	60,5	70
K	12	10,9	44,3	0,8
HCO₃	270	282-295	136	43
Cl	24	20,3	10	5
SO₄	170	118-144	77	50

Tableau n° 3 – Caractéristiques des eaux du forage thermal F3 et du forage F6

4.2. Caractéristiques des eaux et contexte géologique

Le diagramme d'analyse Schoeller-Berkaloff (cf. figure 9) montre qu'à Bagnols, trois types d'eau sont présents :

- en rive droite du Lot, des eaux faiblement minéralisées (185 mg/l) et de type bicarbonaté sodique (forage de reconnaissance F5 de 1999) ;
- en rive gauche du Lot, des eaux moyennement minéralisées (450 mg/l) et de type bicarbonaté et sulfaté calcique et sodique (forage de reconnaissance F3 / 1999) ;
- des eaux thermales, chaudes et minéralisées (670/680 mg/l), de type bicarbonaté et sulfaté sodique, correspondant au "faciès Bagnols" (forages F3 thermal, F2-1999 et F6).

Pour les eaux thermales, la minéralisation de l'eau, compte tenu du "système thermal", profondeur et circuit et temps de transit – est toujours plus importante que celle des eaux plus superficielles.

En milieu granitique et métamorphique, les eaux sont de type bicarbonaté sodique, à Bagnols le type sulfaté est vraisemblablement dû à l'existence de minéraux riches en sulfure (pyrites,...).

4.3. Bactériologie de l'eau

La bactériologie de l'eau a été suivie depuis la mise en production du forage F6.

Il faut rappeler que la qualité bactériologique est un élément très important pour une exploitation thermique. Le traitement de l'eau thermique (désinfection) n'est pas autorisé. Le fluide doit être indemne de toute contamination.

Depuis le 30 août 2000, des analyses bactériologiques ont été régulièrement réalisées sur le forage F6. Elle ont porté sur les paramètres microbiologiques suivants :

Bactéries aer revivifiables à 36° 44 H	Unité	/ml
Bactéries aer revivifiables à 22° 68 H		/ml
Coliformes totaux / 250 ml (MS)		/250 ml
Coliformes thermotolérants / 250 ml		/250 ml
Streptocoques fécaux / 250 ml		/250 ml
Spores bact anaer sulfitored / 50 ml		/50 ml
Pseudomonas aeruginosa / 250 ml		/250 ml
Legionella SP		/litre

Les résultats sont présentés dans le tableau n° 4.

SELO (48)
Eléments techniques et géologiques en vue de la demande de DUP sur le forage thermal F6
A 24154 /A

Date d'analyse		2000		2001														
				Résultats														
Paramètres microbiologiques	unité	30/08	24/09	6/02	19/02	22/02	25/02	15/03	29/03	12/04	15/04	23/04	30/04	9/05	17/05	21/05	1/06	7/06
Bact aer rev à 36° - 44H	/ml	88	> 300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bact aer rev à 22° - 48 H	/ml	110	> 300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliformes totaux	/250 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliformes thermotolérants	/250 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Streptocoques fécaux	/250 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spores bact anaer sulfitored	/50 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudomonas aeruginosa	/250 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Légionella SP	/litre	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Débit m³/h		27,0	9,0	3,07	4,1	5,0	5,0	5,5	6,0	5,95	5,95	5,93	5,96	5,96	6,0	5,95	-	-

Tableau n° 4 – Résultats des analyses bactériologiques affectées sur le forage F6 – Analyses du Laboratoire Buisson Bertrand - Montpellier

Hormis les deux analyses réalisées après 1H et 15 jours de pompage, qui présente des bactéries aerobies revivifiables, les résultats suivants ne présentent aucune trace de contamination.

Nous disposons de 15 bons résultats sur 5 mois (Février à Juin 2001).

5. Caractéristiques du captage

5.1. Dénomination

Le forage a été dénommé F6, ce qui correspond au 6^{ème} forage réalisé dans la phase de reconnaissance entamée en 199/2000. Dans le cadre du dossier d'autorisation eau minérale, un nom sera donné à cet ouvrage.

Ce forage a été réalisé du 11 juillet au 19 septembre 2000 par l'entreprise de forage MASSE de Tonnay Boutonne (Charente Maritime).

Il s'agit actuellement d'un forage de reconnaissance qui après équipement (mise en place d'une colonne de captage en inox 316 L de 0 à – 120 m de profondeur) pourra être transformé en forage d'exploitation.

5.2. Localisation

Le forage n°6 est situé sur le territoire de la commune de Bagnols-les-Bains, dans la parcelle n° 338 (cf. figure 2).

Ses coordonnées Lambert déduites de la carte IGN au 25.000^{ème} sont :

- X = 705,720,
- Y = 245,640,
- Z = + 955 m (± 5 m).

5.3. Caractéristiques techniques – Coupe technique et géologique

Le forage a été réalisé à l'aide d'une machine de forage AQUADRILL 1600 et de deux compresseurs (20 bars 20.000 l).

La foration a été réalisée au marteau fond de trou (MFT) à l'air sans ajout d'eau ni de produits stabilisants jusqu'à 170 m de profondeur.

Les diamètres de foration employés sont :

- 222 mm,
- 381 mm.

Le calendrier de réalisation a été le suivant :

11 et 12/07	Amenée du matériel et mise en station
13 au 20/07	Foration au marteau fond de trou (diamètre 222 mm) jusqu'à 174 m de profondeur Alésage de 0 à 5,5 m et pose tubage provisoire acier diamètre 244 mm sur 6 m. Mise en place d'une fermeture de forage.
20/07	Diagraphies : – conductivité et température de l'eau, – gamma-ray et résistivité
20 et 21/07	Remblaiement de fond e –173 à 119 m de profondeur (2,1 m ³ de gravillons désinfectés à l'eau de Javel). Mise en place d'un bouchon de ciment (240 l de laitier) de –119 à –111 m de profondeur.
24/07 au 08/08	Retrait tubage provisoire de 244 mm sur 6 m. Alésage de 0 à 114 m au diamètre 381 mm.
09 et 10/08	Tubage en acier 0 – 114 m de diamètre 244 mm.
10/08	Cimentation sous pression (ciment CPA 52,5 – densité 1,80). Volume injecté : 2750 litres de laitier top ciment à – 80 m dans l'annuaire soit volume théorique + 15 %.
12 au 22/08	Arrêt de chantier. Attente de prise de ciment.
22 et 23/08	Contrôle top ciment à – 80 m. Cimentation complémentaire (7 tonnes) (total ciment utilisé : 11 tonnes).
24/08	Désinfection pompe en atelier. Nettoyage – désinfection des tiges de travail (eau de Javel) pour le pompage de diagraphie (pompe 6").
28/08	Diagraphies de production jusqu'à 142.5 m de profondeur. Caméra vidéo jusqu'à 170 m de profondeur.
29/08	Reprise de fond jusqu'à 174 m (remblai de –174 à –169 m). Diagraphie de production jusqu'à 170 m de profondeur.
30/08	Pompage pour prélèvement (pompe à 40 m de profondeur). Débit 1 heure à 27,0 m ³ /h Débit 1 heure à 9,1 m ³ /h

31/08 au 04/09	Remontée de la pompe 6" et repli de la machine de forage. Préparation, désinfection du matériel de pompage.
5 au 11/09	Descente pompe immergée 4" à -40 m. Mise en place d'un enregistreur (débit, niveau).
11/09	Début de pompage au débit de 2,4 m ³ /h à 2,5m ³ /h.
15/09	Repli de l'entreprise MASSE

La coupe des terrains traversés est présentée en figure 10. Elle se résume ainsi :

0 – 4 m	Terre végétale et colluvions schisteuses
4 – 75 m	Micaschistes gris sain (non fracturé)
75 – 174 m	Alternance de micaschistes gris clair à gris sombre plus ou moins quartzeux, et plus ou moins fissurés ou fracturés. Fracture ouverte en 120 et 121 m et entre 122 et 124 m et à 128 m de profondeur.

Date	Forage de reconnaissance F6		Forage exploité F3 thermal	
	Débit (m3/h)	Niveau piézométrique (m)	Débit (m3/h)	Niveau piézométrique (m)
22/08	0	-	6,18	11,49
12/09	0	14,92	-	-
	2,45	15,68	-	-
15/09	2,45	16,16	6,15	11,69
18/09	2,45	16,18	6,18	11,82
20/09	2,53	16,25	6,20	12,45
25/09	2,51	16,56	6,15	12,68
27/09	2,51	16,57	6,10	12,70
5/10	2,52	16,49	6,03	12,75
31/10	2,60	16,50	6,03	13,00
14/11	2,60	16,41	6,05	12,79
5/12	2,58	16,40	6,02	13,00
05/01	2,40	16,40	5,97	13,30
			Changement pompe F3	
29/01	3,1	16,47	6,0	3,10
05/02	3,08	16,55	5,9	12,90
10/02	3,5	17,70	5,83	13,20
12/02	4,10			
12/03	5,51	20,50	5,8	15,48
26/03	6,00	21,58	5,45	16,28
6/04	5,97	21,95	5,38	?
23/04	5,93	22,07	5,25	?
30/04	5,9	22,02	4,7	14,75
04/05	5,9	22,00	4,8	14,73
17/05	6,0	22,10	4,70	15,45
30/05	5,90	22,70	4,60	15,52
Juin : Réduction de débit				

Tableau n° 5 : Mesures de débits sur les forages F6 et F3 thermal

5.4. Mesures de débits effectuées à ce jour.

Le forage F6 et le forage thermal F3 sont en pompage, simultanément aux débits de 2,45 à 6 m³/h pour le forage F6 et de 6m³/h à 4,6 pour le forage F3 thermal.

Le pompage sur le forage F6 induit un rabattement supplémentaire sur le forage F3 thermal en exploitation. Afin de gérer la saison thermique, à partir de Juin 2001, l'exploitation du forage F6 a été réduite progressivement au-dessous de 6m³/h.

Selon les données de pompage présentées dans le tableau n° 5, tandis que le forage thermal F3 est en exploitation, pour des débits de pompage de 2, à 6m³/h, le forage F6 à un rabattement de 1,65 à 7,78 m.

Ces rabattements correspondent à des cotes de 940 à 933 m.

5.5. Régime d'exploitation demandé

Le régime d'exploitation demandé pour le forage F6 est de 6m³/h (24H/24H soit 144 m³/j maximum).

Ce débit est un débit de substitution. Il correspond aux besoins thermaux (actuellement exploités au forage F3 thermal) et au débit actuellement testé assurant une qualité bactériologique **satisfaisante et pérenne sur la durée testée.**

6. Vulnérabilité et environnement

6.1. Vulnérabilité du captage – F6

La vulnérabilité du captage apparaît vis-à-vis de la qualité bactériologique de l'eau.

Cette vulnérabilité est liée au "couloir thermal" et à la zone historique thermale, située à proximité de l'établissement thermal. La zone vulnérable où des risques de pollution sont forts, est estimée à une zone située dans un rayon de 40 m autour du forage F3 thermal.

Actuellement, le site du forage F6 est situé en dehors de cette zone à risques, comme l'a montré toutes les analyses bactériologiques réalisées de fin août 2000 à juin 2001. Ceci est vraisemblablement dû à l'environnement du captage, assurant une protection naturelle.

6.2. Description de l'environnement du captage, inventaire des nuisances potentielles et évaluation des risques de pollution

Le captage – forage F6 – est situé dans le vallon encaissé du Rieu frech, en rive gauche.

Au niveau du forage et en aval jusqu'au confluent avec le Lot, le vallon comprend un replat, qui correspond à la parcelle n° 338 et aux parcelles avals (36 et zone basse de la parcelle 337).

Les petites parcelles situées en amont de la parcelle n° 338 (343-342-339-347-549-548-341 et 340) situées sous la route de Rouffiac correspondaient à des jardins en terrasse. Ces parcelles sont actuellement en friche et accessibles à pied uniquement.

La rive droite du Rieu frech est constituée d'une zone boisée naturellement.

Dans le vallon du Rieu frech, en amont du forage F6, il n'y a aucune habitation.

Dans un rayon de 1 km en amont du forage F6, les nuisances potentielles seraient liées à la circulation sur la départementale 41.

Les risques seraient liés au déversement accidentel de produits potentiellement polluants, qui pourraient se déverser vers le vallon malgré l'existence d'un fossé et d'un muret en bord de route.

Ce risque est faible.

6.3. Contraintes environnementales du site

Les informations recherchées concernant les contraintes environnementales suivantes, ont été recherchées :

- ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique faunistique et Floristique) ;
- ZICO (Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux) ;
- Arrêtés de biotope ;
- Parcs naturels ;
- Réserves de biosphère ;
- Réserves naturelles volontaires ;
- Périmètres de monument historiques ;
- Zones AOC.

Il existe sur une partie de la commune de Bagnols-les-Bains, une ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique faunistique et Floristique) de type II pour la Montagne du Goulet (ZNIEFF n° 8031 de 5.410 ha), qui est en zone périphérique du Parc National des Cévennes.

La Montagne du Goulet se situe à l'Est de Bagnols et au Nord du Bleymard (cf. figure 11).

Cette ZNIEFF est indépendante du site du Rieu frech et du forage F6.

Il n'existe pas d'autres contraintes environnementales pour le site du forage F6.

FIGURES

ANNEXES

ANNEXE A

Législation eau minérale : procédure d'autorisation - projet

ANNEXE B

Analyses chimiques du forage F6



Fiche signalétique

Rapport

Titre : ELEMENTS TECHNIQUES ET GEOLOGIQUES EN VUE DE LA DEMANDE DE
DUP SUR LE FORAGE THERMAL F6

Numéro : A 24154 /A

Date d'envoi : Juillet 2001

Statut du rapport : définitif

Nombre de pages : 29

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion : 6

2 ex. clients + 1 disquette

1 ex. service de documentation

3 ex. ANTEA Montpellier

Client

Coordonnées complètes : SELO
14 boulevard Henri Bourrillon
48000 MENDE

Téléphone : 04.66.65.60.00.

Télécopie : 04.66.49.27.96.

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur SPIRITO et Monsieur BLANC

ANTEA

Unité réalisatrice : Agence LANGUEDOC ROUSSILLON

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Philippe CROCHET, interlocuteur commercial

Francine MERCIER, auteur

Secrétariat : Virginie GAUTHIER

Qualité :

Contrôlé par : Jean-Luc HONEGGER

Date : Juillet 2001 – Version A

Traçabilité

N° du projet : MON P 01 – 0085b

Références et date de la commande : SELO trx-1186 SB/IH du 2 juillet 2001

Mots-clés : Eau thermo minérale – Géologie – Hydrogéologie – Forage profond – Etude historique – Législation – Réglementation – Vulnérabilité.

OBSERVATIONS SUR L'UTILISATION DU RAPPORT

"Les rapports ainsi que toutes pièces, cartes ou documents quelconques qui leur sont annexés constituent un ensemble indissociable.

La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ces rapports ou de leurs annexes ainsi que toute interprétation de ces rapports ou de leurs annexes au-delà des énonciations et indications d'ANTEA ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

ANTEA ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné par écrit son accord sur lesdites informations".

CERTIFICAT DE CAPACITE

Je soussignée :

Certifie qu'ANTEA a réalisé pour le compte de la Société

SELO – Thermes de Bagnols-les-Bains

les travaux suivants :

Eléments techniques et géologiques en vue de la demande de DUP sur le forage de Bagnols-les-Bains.

pour un montant de :

Commentaires :

.....

.....

.....

A le.....