

**Avis d'hydrogéologue agréé portant sur la protection des deux forages d'eau  
minérale exploités par l'établissement thermal de Luxeuil – les – Bains**

Sébastien LIBOZ  
8, rue de la Bergère  
25440 CHENECEY BUILLON  
[liboz.sebastien@wanadoo.fr](mailto:liboz.sebastien@wanadoo.fr)  
03.81.57.36.50

15 juin 2008

A la demande des services de la DDASS de Haute Saône, l'hydrogéologue agréé coordinateur m'a officiellement désigné pour porter avis sur les mesures de protection à mettre en œuvre autour des deux forages d'eau minérale exploités par l'établissement thermal de Luxeuil – les Bains exploités par la Chaîne Thermale du Soleil.

Je me suis rendu le 20 mars 2008 sur le site de l'établissement thermal de Luxeuil accompagné de M. Chavanne, attaché de direction et de M. Dero, hydrogéologue de la Chaîne Thermale du Soleil..

Cette expertise hydrogéologique s'appuie sur les éléments suivants :

- Visite et observations de terrain du 20 mars 2008.
- Etude de vulnérabilité de la ressource en eau et inventaire des sources de pollution potentielles établis par ICF Environnement le 11 décembre 2007
- Etude d'incidence des prélèvements d'eau souterraine minérale naturelle thermique sur les milieux établie par ICF Environnement le 13 décembre 2007
- Tome 1 & 2 du complément aux demandes d'autorisations des Sources d'Eaux Minérales Naturelles établis par la Chaîne Thermale du soleil, dont :
  - Compte rendu de forage du Casino (Soleil) – *Géotherma 1988*
  - Etude de faisabilité pour le captage de nouvelles ressources thermo-minérales *BRGM - Rapport R32093-FRC4S91*
  - Compte rendu des travaux de forage (Dr Pierrat) *BRGM - Rapport R32094-FRC4S91*

## SITUATION DES OUVRAGES

Le centre thermal de Luxeuil les Bains dispose aujourd'hui de deux forages d'exploitation de la ressource d'eau minérale thermique utilisée localement depuis de très nombreuses années :

Le puits dit du Soleil, mis en place en 1988 à environ 250 m au sud-est de l'établissement thermal près du Casino de Luxeuil les Bains.

Le puits du Docteur Pierrat, mis en place en 1991 en bordure de l'esplanade située devant le centre thermal.

Les coordonnées Lambert des ouvrages sont les suivantes :

Puits du Soleil :	x : 902,32	Puits du Dr Pierrat :	x : 902,47
	y : 2321,06		y : 2321,19
	z : 298 m		z : 287,5 m

Les indices nationaux de classement à la banque du sous sol sont :

Puits du Soleil : 4103X067	Puits du Dr Pierrat : 4103X076
----------------------------	--------------------------------

Les références cadastrales des ouvrages sont :

Puits du Soleil : n° 276 section AY

Puits du Dr Pierrat : n°54 section AK

## **ALIMENTATION EN EAU DU CENTRE THERMAL**

La connaissance et l'utilisation des eaux chaudes émergeant naturellement sur le secteur des Thermes de Luxeuil sont décrites depuis l'antiquité.

L'édification du centre thermal dans sa configuration actuelle date de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Jusqu'à la fin des années 1980, les thermes ont exploité jusqu'à 10 sources d'origines et de compositions variées.

En 1988, une recherche de nouvelle ressource en eau thermale est engagée et voit la création et la mise en exploitation des puits Soleil et Dr Pierrat les années suivantes.

Les autres ressources ont été progressivement déconnectées et totalement abandonnées.

Depuis la reprise de l'exploitation par la Chaîne Thermale du Soleil en 1999 et l'achèvement des travaux de modernisation, l'alimentation en eau du centre thermal s'effectue aujourd'hui uniquement avec les deux forages faisant l'objet de cet avis.

## **DESCRIPTION DES OUVRAGES**

### ***Puits du Soleil***

Le puits du soleil a été créé en 1988 par la société Géotherma jusqu'à 115 m de profondeur.

La coupe détaillée de cet ouvrage est présentée dans l'annexe 1 accompagnant cet avis. Nous en retiendrons les principaux points suivants.

Du point de vue lithologique l'ouvrage recoupe sous quelques mètres de formations superficielles la série gréseuse du Trias inférieur qui débute par le niveau de « Grès Intermédiaire » du Buntsandstein supérieur (-4 à - 29 m).

On retrouve ensuite les niveaux du Buntsandstein moyen (« Conglomérat principal ») jusqu'à 63 m de profondeur.

Entre 63 et 76 m de profondeur, le forage recoupe un niveau de brèches à cornaline et filon métallique (zone de fracture ?) pouvant témoigner de circulations d'eau très minéralisée.

Sous ce niveau bréchique, le forage recoupe le niveau de schistes divono-dinantiens du Primaire jusqu'à 115 m de profondeur.

D'après le rapport de Géotherma, la première venue d'eau a été rencontrée à 20 m de profondeur. Les principales venues d'eau ont été rencontrées à 30, 55 et 76 m. Les mesures de température relevées en cours de foration ont également permis de constater que les venues d'eau rencontrées en fond de forage étaient les plus chaudes.

Le forage a donc été équipé pour n'exploiter que les venues d'eau les plus profondes selon le principe suivant :

- De 0 à – 11,5 m : tubage acier posé à l'avancement (pour la tenue des terrains superficiels et faire office de tête de puits)
- De 0 à – 65 m : tubage acier pour la tenue des terrains gréseux avant la foration des niveaux sous jacent
- De 0 à – 72 m : tubage en résine époxy et cimentation annulaire pour l'étanchéification de venues d'eau constatées dans les formations gréseuses.
- De 70 à – 105 m : tubage PVC crépiné permettant l'exploitation de l'eau thermique.

Au regard des analyses d'eau effectuées ces dernières années et à la régularité des paramètres physico-chimique mesurés en continu sur cet ouvrage, les caractéristiques de l'équipement mis en place peuvent être considérées comme tout à fait satisfaisante.

Le forage est équipé d'une tête de puits en béton enterrée de 3 m de coté et 2,5 m de hauteur. Elle dispose de deux cheminées d'aération et de 2 trappes d'accès cadénassées.

Le forage est équipé d'une pompe placée aux environs de 40 m de profondeur qui permet une exploitation du puits au débit de 25 m<sup>3</sup>/h.

Plusieurs capteurs permettent de mesurer et d'acquérir les paramètres suivants :

- Débit et pression de refoulement
- Niveau de l'eau dans le forage
- Conductivité et température

L'eau est ensuite acheminé vers le centre thermal par le biais d'une canalisation en PEHD de 125 mm de diamètre et 265 m de longueur enterrée sous la voirie municipale.

### ***Puits du Docteur Pierrat***

Le puits du Dr Pierrat a été créé en 1991 jusqu'à 34 m de profondeur par la société Forafrance, sous la maîtrise d'œuvre du BRGM.

Sa coupe détaillée est présentée en annexe 2.

Du point de vue lithologique, ce second ouvrage recoupe également la série gréseuse du Trias Inférieur qui débute par le niveau de « Grès Intermédiaire » du Buntsandstein supérieur ( 0 à – 25,5 m) puis par le niveau du Buntsandstein moyen (« Conglomérat principal ») jusqu'à 31,5 m de profondeur. Ce second étage repose visiblement en discordance sur les argilites violacées permienes du Dévono-Dinantien.

D'après le rapport de travaux du BRGM, quelques venues d'eau d'origine superficielle ont été rencontrées dans les 20 premiers mètres du forage.

A partir de 20 – 21 m de profondeur, une venue d'eau chaude, très minéralisée, au débit artésien de 15 m<sup>3</sup>/h est apparue entraînant une baisse de débit notable sur les autres sources thermales encore utilisées à cette époque.

Le forage a donc été équipé pour exploiter cette venue d'eau thermique selon le principe suivant :

- De 0 à – 8 m : tubage acier cimenté faisant office d'une tête de puits
- De 0 à – 20 m : tubage acier cimenté pour la tenue et l'imperméabilisation des terrains gréseux supérieurs
- De 0 à – 34 m : pose de la colonne captante en acier inox pleine de 0 à – 23 m et crépinée de – 23 m à – 34 m. Après la mise en place d'un massif filtrant à l'extérieur de la crépine, l'extrados du tube plein a également été cimenté.

Comme pour le puits du Soleil, cette conception de l'ouvrage assure un captage sans faille de l'eau thermal d'origine profonde.

Le forage est équipé d'une tête de puits étanche en béton enterrée de 4,3 m x 2,2 m de cotés et de 2,6 m de hauteur. Elle dispose également de 2 cheminées d'aération et de 2 trappes d'accès cadénassées.

Le forage artésien est équipé d'une tête de forage permettant une exploitation par artésianisme ou par pompage (pompe de surface de 30 m<sup>3</sup>/h).

Le puits du Dr Pierrat bénéficie du même système de mesures et d'acquisition que le puits du Soleil, à savoir :

- Débitmètre et capteur de pression
- Pression et niveau de l'eau dans le forage
- Conductivité et température

L'eau est acheminée vers le centre thermal par le biais d'une canalisation en inox de 80 mm de diamètre et de 40 m de longueur.

## CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le secteur de Luxeuil est situé au pied de la retombée méridionale des Vosges dans un secteur déprimé où affleurent les terrains du Lias et du Trias marquant la transition entre la zone de plateaux calcaires jurassiques de Haute-Saône au sud et les terrains du socle au nord qui forment le massif des Vosges.

La ville de Luxeuil est néanmoins située sur une zone de horst marquant une remontée locale du socle cristallin et de sa couverture en formant un champ de fractures complexes compartimentant le secteur situé entre le Breuchin au sud et la Combeauté au nord.

Les formations géologiques visibles sur le secteur sont, du plus ancien au plus récent :

- Le socle hercynien constitué de roches cristallines et métaphoriques (granites, microgranites, gneiss,...). Localement, ces formations siliceuses sont recouvertes par le complexe schisteux Dévono-Dinantien du Primaire.
- La couverture sédimentaire discordante qui débute par les niveaux de grès arkosiques plus ou moins grossiers du Permien surmontés par les niveaux de grès du Trias du Buntsandstein moyen et supérieur qui s'empilent sur 60 à 80 m d'épaisseur.
- Les formations superficielles d'âges quaternaires principalement représentées par des alluvions fluvio-glaciaires anciennes et récentes masquant totalement les formations décrites précédemment dans les vallées du Breuchin et de la Combeauté.

## CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

L'objet de l'avis portant sur la ressource d'eau thermale exploitée par le centre thermal de Luxeuil les Bains, je ne m'étendrai pas sur le potentiel hydrogéologique de chacune des formations rencontrées sur le secteur.

L'origine des eaux thermales historiquement exploitées sur le secteur est très probablement à mettre en relation avec la structure tectonique complexe du horst de Luxeuil qui permet une remontée importante du socle dans le secteur.

L'étude réalisée en janvier 1991 par le BRGM en vue de la recherche de nouvelles ressources en eau thermale, fournie d'excellentes informations quant à l'origine de l'eau thermale et démontre les points suivants :

- L'eau thermale est caractérisée par une température élevée à l'émergence et un faciès essentiellement chloruré sodique.
- Le cycle souterrain est relativement long (au moins supérieur à 25 ans) avec une altitude moyenne d'infiltration de l'eau de 530 m et une dynamique de circulation atteignant des températures profondes de 135°C.

- En se rapprochant de la surface, l'eau thermale profonde remontant par le biais de zones de fractures peut se mélanger avec de l'eau peu minéralisée et plus froide située dans les niveaux gréseux du trias.

## **CARACTERISTIQUES ET QUALITE DE L'EAU THERMALE**

Les analyses d'eau effectuées depuis ces quinze dernières années montrent une excellente constance physico-chimique et qu'il existe une grande similitude entre l'eau des deux forages exploités par le centre thermal de Luxeuil.

Les deux ressources possèdent un faciès chimique chloruré-sodique caractéristique du pôle thermal de Luxeuil.

Seul la température d'émergence diverge légèrement, de 58°C pour le forage du Dr Pierrat contre 48°C pour le forage du Soleil.

Les analyses bactériologiques témoignent également de la présence d'une eau très pure exempte de contamination microbiologique.

Il convient de signaler dans des teneurs similaires sur les deux ouvrages, la présence de lithium et d'arsenic et de noter l'absence de nitrates ou nitrites.

Aucune substance indésirable particulière n'a été détectée à ce jour.

Les analyses de la radioactivité n'ont également rien révélé d'anormal.

## **DISTRIBUTION ET TRAITEMENT DE L'EAU THERMALE**

L'eau des deux puits d'exploitation est acheminée vers deux bassins respectifs situés au droit du centre thermal puis acheminée par le biais de surpresseurs vers un troisième bassin de mélange situé au second niveau du bâtiment, pour être ensuite distribuée à l'ensemble des installations thermales.

L'eau subit en différents points du réseau, une injection d'hypochlorite de sodium visant à garantir la pérennité de l'absence de contamination bactériologique.

Le mélange de l'eau issue des deux forages subit également un abaissement de la température dans un échangeur à plaques.

## ***AVIS SUR LA PROTECTION DES FORAGES D'EAU MINERALE***

### **DISPONIBILITE EN EAU - DEBIT MAXIMUM D'EXPLOITATION**

#### ***Puits du Soleil***

Les premiers essais de pompage effectués immédiatement après la réalisation du forage ont montrés que le débit critique du puits du soleil était de 26 m<sup>3</sup>/h. Le rapport d'intervention mentionne également que lorsque ce débit critique était dépassé, la température de l'eau thermique diminuait légèrement traduisant l'apparition par drainance, d'eau froide contenue dans les niveaux supérieurs de l'aquifère gréseux superficiel.

Les essais similaires conduits par le BRGM en 1989 ont montré qu'au débit de 24,1 m<sup>3</sup>/h, l'exploitation du puits du soleil ne provoquait aucune interférences avec les sources thermales exploitées au niveau du centre thermal et que les caractéristiques physico-chimique de l'eau ne présentaient aucune variation significative.

L'équipement actuel du puits au rythme de 25 m<sup>3</sup>/h semble ainsi correspondre encore parfaitement aux conditions originelles. Aucune variation ou anomalie particulières du niveau de l'eau et des paramètres physico-chimiques n'ont en effet été mise en évidence depuis ces vingt dernières années sur l'eau thermique issue de cet ouvrage.

#### ***Puits du Docteur Pierrat***

La première série d'essais de pompage réalisés en janvier 1991 sur le puits du Dr Pierrat ont été conduit jusqu'à 54 m<sup>3</sup>/h entraînant un rabattement important dans le forage. Cette surexploitation a eu pour conséquence un impact notablement important sur l'ensemble des sources thermales encore exploité sur le centre thermal à cette époque et sur le niveau de l'eau du puits du Soleil qui a accusé une baisse de niveau de l'ordre de 0,5 m durant la période d'essais.

Une seconde campagne d'essais effectuée entre mars et avril 1991 au débit de 40 m<sup>3</sup>/h à permis de confirmer la bonne productivité du forage et de la constance physico-chimique de l'eau thermique délivrée. En outre, à ce rythme d'exploitation l'artésianisme des anciennes sources thermales aujourd'hui abandonnées a pu être conservée. Aucune influence du pompage n'a également été mise en évidence sur le puits du Soleil.

L'équipement du puits qui permet une exploitation maximale de 30 m<sup>3</sup>/h est donc en bonne adéquation avec les résultats obtenus en 1991. Comme pour le puits du Soleil, aucune variation ou anomalie particulière du niveau de l'eau et des paramètres physico-chimiques n'a été mise en évidence depuis la mise en exploitation de ce puits de captage.

## **ZONE D'ALIMENTATION ET VULNERABILITE**

Les forages du Soleil et du Dr Pierrat assurent la collecte de venues d'eau chaude d'origine profonde issue du socle hercynien remontant dans les niveaux primaires et secondaires à la faveur de zones de fractures.

Ainsi, aucune zone d'alimentation de cette eau probablement très ancienne ne peut être définie précisément. Sa bonne qualité générale et l'absence de contamination d'origine anthropique attestent également de l'absence de vulnérabilité de cette ressource à court et moyen terme.

Le risque principal de contamination des forages est lié à la présence d'un aquifère libre dans les formations du Trias inférieur dont la qualité générale est visiblement affectée par les activités de surface.

Les essais de pompage originels sur les deux ouvrages avaient d'ailleurs montré qu'une exploitation soutenue des puits entraînait une baisse de la minéralisation de l'eau thermique.

Cette observation confirme l'hypothèse qu'une surexploitation des puits ou de la ressource thermique du secteur peut entraîner une contamination de l'eau d'origine profonde par de l'eau d'origine superficielle.

Un défaut d'étanchéité des ouvrages, liés par exemple à une faiblesse ou un vieillissement de l'équipement ou des cimentations, pourrait également entraîner un mélange préjudiciable de ces deux ressources et ce notamment pour le puits du Soleil qui n'est pas artésien.

Le rapport d'ICF Environnement dresse un inventaire exhaustif de l'occupation du secteur et des risques de contamination potentielle de l'aquifère libre du Trias gréseux. Toutefois, compte tenu de l'origine de l'eau thermique et de son mode d'exploitation, la protection de cette nappe superficielle ne semble pas nécessaire à la pérennité de la qualité de la ressource thermique.

## **MESURE DE PROTECTION A METTRE EN OEUVRE AUTOUR DES FORAGES**

### **PROTECTION IMMEDIATE DES OUVRAGES**

Les deux puits de captage des Thermes étant de par leur conception relativement bien protégés des risques de pollution de surface pouvant survenir au droit des ouvrages, les périmètres de protection immédiate centrés autour des ouvrages pourront être de taille réduite.

#### ***Puits du Soleil***

Le puits du Soleil est situé à l'extérieur du centre Thermal, sur une parcelle entièrement clôturée appartenant à la Chaîne Thermale du Soleil.

La zone de protection immédiate reprendra donc les caractéristiques actuelles et sera donc délimitée autour de cette parcelle n°276 section AY.

La clôture mise en place sur le pourtour de cette parcelle répond pleinement aux attentes de matérialisation et de limitation d'accès dans la zone de captage. Elle pourra être conservée et maintenue en l'état.

Situé en partie haute de la Ville le secteur n'est pas inondable et les bordures de voirie ceinturant la parcelle permettent l'évacuation des eaux pluviales transitant sur le secteur dans le réseau de collecte municipal.

La mise en place d'une rehausse à la dalle béton constituant le toit de la tête de puits ne semble donc pas de grand intérêt.

Dans ce périmètre, toute activité autre que celle liée à l'exploitation du puits est interdite.

### ***Puits du Docteur Pierrat***

Pour la protection du forage du Dr Pierrat, je préconise la réalisation d'une zone de protection immédiate, centrée autour de la tête de puits bétonnée, et élargie d'au minimum un mètre par rapport à la dalle béton.

Le forage étant situé sur l'esplanade situé à l'avant de l'établissement qui est un site classé aux Monuments Historiques, la zone de protection immédiate ne devra pas forcément faire l'objet de la pose d'une clôture telle qu'elle existe autour du puits du Soleil.

Toutefois, cette zone de protection devra être clairement matérialisée sur le terrain et limiter notablement l'accès aux personnes et évidemment interdire l'accès aux véhicules transitant sur le site.

En outre, lors de ma visite sur les lieux, on m'a signalé que durant certaines périodes de fortes précipitations, le ruisseau Leclerc qui s'écoule à proximité peut venir inonder en grande partie l'esplanade des Thermes.

Je préconise donc la mise en place d'une rehausse de la tête de puits du Dr Pierrat aux dimensions suffisantes pour éviter toute submersion de l'ouvrage et permettre un accès constant à l'intérieur du captage.

Ainsi, à titre d'illustration et en concertation avec l'Architecte des Bâtiments de France, on peut imaginer la création d'un nouveau bâtiment complet s'inscrivant dans l'architecture du site ou plus simplement de la pose d'une rehausse imperméable de hauteur suffisante à la dimension de la tête de puits, ceinturée par un parterre de fleurs ou une haie arbustive, masquant en partie l'ouvrage et assurant le rôle de clôture matérialisant le périmètre immédiat nouvellement créé.

Evidemment, à l'intérieur de ce périmètre toutes les activités autres que celles nécessaires à l'exploitation du forage sont interdites

## **PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU THERMALE**

En raison de l'origine profonde de l'eau thermale collectée dans les forages du Soleil et du Dr Pierrat, il n'est pas opportun de délimiter de zone de protection rapprochée de cette ressource en eau particulière.

Toutefois, compte tenu des risques de mélange des eaux chaudes thermales avec l'eau froide contenue dans les niveaux superficiels susceptibles d'être affectés par les activités de surfaces, il est nécessaire de maintenir le périmètre de protection historique des sources thermales.

Celui-ci aura principalement pour objet de réglementer et de contrôler très scrupuleusement tout projet de création de forage d'eau dans le secteur et les prélèvements d'eau associés dans la ressource thermale du secteur.

En effet, toute surexploitation de l'aquifère thermal ayant pour conséquence une variation de niveau d'eau dans les puits exploités par la Chaîne Thermale du Soleil peut entraîner une contamination de l'eau chaude de bonne qualité par de l'eau de l'aquifère libre superficiel aux caractéristiques physico-chimiques différentes comme cela avait d'ailleurs été observé lors des essais de pompages originels.

Concernant les dimensions de ce périmètre particulier, en l'absence de données hydrogéologiques complémentaires, je suggère de conserver l'essentielle de la construction géométrique actuelle qui possède une superficie conséquente et qui doit en outre déjà figurer sur de nombreux documents officiels. Pour tenir compte de la position excentrée du puits du Soleil, je préconise d'étendre le zonage du périmètre vers l'ouest en implantant un point caractéristique supplémentaire implanté sur le point borné 312 m NGF situé à proximité de la Gendarmerie de Luxeuil.

L'autre risque concernant la qualité de l'eau en provenance des deux puits de captage est lié aux vieillissements des ouvrages. Le système de surveillance mise en place sur les ouvrages permet de détecter toute variation anormale de qualité de l'eau liée à un défaut de cimentation ou de tubage.

Je ne préconiserais donc pas de mesures d'inspection régulière des ouvrages visant à prévenir ce type de problème, mais je ne peux que conseiller à la Chaîne Thermale du Soleil de procéder à des mesures par diagraphies cycliques permettant d'anticiper d'éventuelle faiblesse de l'équipement des ouvrages.

Fait à Chenecey Buillon, le 15 juin 2008

Sébastien LIBOZ

Hydrogéologue Agréé pour  
le département de la Haute-Saône

### **ANNEXES :**

1. Plan de situation
2. Coupes techniques et lithologiques des ouvrages
3. Protection immédiate des ouvrages
4. Zone de protection des eaux thermales