Rapport final

BRGM/RP-52508-FR décembre 2003

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 02-ETM-104

C. Lamotte Avec la collaboration de P. Vigouroux







Mots clés : Montrond-les-Bains, département de la Loire, eau minérale, eau thermale,
ressource, qualité, protection, exploitation.
En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Lamotte C Vigouroux P (décembre 2003) – Ressource en eau thermale de la station de Montrond-Les-Bains – Rapport final – Rap BRGM RP-52508-FR, 76 p, 9 fig., 2 tab. et 7 annexes.
© BRGM, 2003, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

analyse de la ressource en eau minérale de la station thermale de Montrond-Les-Bains s'inscrit dans le cadre du programme régional "*Maîtrise de la qualité* de la ressource en eau souterraine des stations thermales en Rhône-Alpes ". Ce programme est établi au titre des actions du Contrat de Plan Etat Région (CPER) pour la période 2000-2006, il est mené en partenariat entre l'Etat, la Région et le BRGM.

Il ressort de l'état des lieux réalisé pour la station de Montrond-Les-Bains les points principaux suivants :

- Concernant le renouvellement de l'autorisation d'exploitation; le dossier concernant le captage dénommé GEYSER IV est en cours d'instruction.
- Concernant le gisement d'eau minérale, sa connaissance globale est très limitée; la qualité de la ressource est conforme à la réglementation en vigueur, mis à part les problèmes de baisse de la conductivité qui tendent à se résorber;
- Concernant l'exploitation de la ressource, le prélèvement d'eau au débit autorisé assure l'absence de surexploitation du gisement, le suivi des paramètres mesurés sur le forage d'exploitation Geyser IV est assuré en continu; cependant, cet ouvrage est très ancien et présente des signes notables de vieillissement.
- Concernant la protection de la ressource, le gisement bénéficie d'une protection naturelle satisfaisante (régime artésien de ses émergences, niveau imperméable épais protégeant les niveaux productifs), d'ouvrages avec cimentations profondes isolant l'aquifère capté des niveaux superficiels, d'un ouvrage de captage situé dans un bâtiment fermé, et d'un périmètre de protection datant de 1886. Il faudrait cependant réactualiser ce périmètre et établir un périmètre sanitaire d'émergence.
- Concernant les ressources disponibles, la productivité du gisement couvre tout juste les les besoins de l'établissement en fonctionnement actuel et n'autorise en aucun cas une exploitation complémentaire dans le cadre du développement des activités thermale et thermo-ludique souhaitées par la commune.
- Concernant l'analyse environementale, le contexte géographique est favorable à garantir la protection naturelle de la ressource, le contexte humain actuel reste à maîtriser.

Les conclusions et recommandations pour conforter la maîtrise de la qualité de la ressource en eau thermale de la station de Montrond-Les-Bains peuvent s'énoncer selon les axes de projets suivants, qu'il est souhaitable de soutenir :

- Procéder à des investigations afin de définir l'extension du secteur des émergences et/ou de zones similaires proches pour une exploitation d'une ressource identique, en prenant en compte le contexte volcanique du secteur.
- Réaliser un ou plusieurs forages sur la base des résultats des investigations entreprises, en vue de disposer d'un nouvel ouvrage d'exploitation en remplacement de Geyser IV, et éventuellement d'un ouvrage de secours.
- Acquérir une meilleure compréhension de l'origine de l'eau à Montrond-Les-Bains (altitude de l'aire d'alimentation, temps de trajet, existence de fracturations, rôle du volcanisme ...).
- Finaliser la procédure de Définition d'un Périmètre Sanitaire d'Emergence et réviser le périmètre de protection existant sur des bases hydrogéologiques.

Sommaire

1.	Avant-propos	<u>C</u>
	1.1. Cadre du programme regional	
	1.2. Modalités d'intervention	
2.	La station thermale de Montrond-Les-Bains	11
	2.1. Contexte général de la commune	11
	2.2. L'Activite thermale de la station	19
3.	Les eaux thermales de la station de Montrond-Les-Bains	23
	3.1. Présentation du gisement d'eau minérale	23
	3.2. Présentation de la ressource	31
	3.3. Présentation des conditions d'exploitation de la ressource	33
	3.4. Relations ressource besoin	37
	3.5. Le contexte environnemental	38
4.	Conclusion	41
	4.1. La situation actuelle sur la ressource	41
	4.2. Les recommandations sur la ressource	41
	4.3. Les projets à soutenir a court et moyen terme	42

Liste des illustrations

FIGURES		
Fig. 1 – La s	tation thermale de Montrond-Les-Bains et les autres sites d'exploitation d'eau minérale de la région Rhône-Alpes	8
Fig.2 – Plan	de situation de la station thermale de Montrond-Les-Bains	122
Fig. 3. – Hau	iteurs annuelles des précipitations sur les postes météorologiques du territoire de Montrond-Les-Bains de 1992 à 2002	133
Fig. 4 - Cum	ul mensuel des précipitations (mm) de 1992 à 2002 au poste de Feurs	. 14
Fig. 5 – Tem	pératures mensuelles (°C) de 1992 à 2002 au poste de Feurs	155
Fig. 7 - Phot	ographie de l'établissement thermal, les Thermes	. 19
Fig.8 - La fré	equentation de l'établissement de Montrond-les-Bains par rapport aux fréquentations nationales et régionales	212
Fig. 9 - Sché	ema de principe d'un système hydrothermal	. 29
TABLEAUX		
Tab.1 – Réfé	érences des forages GEYSER IV et DETENTE.	. 23
Tab. 2 - Cara	actéristiques physico-chimiques de l'eau de Geyser IV et DETENTE	. 26
	Liste des annexes	
ANNEXE 1	Localisation des infrastructures liées à l'eau minérale sur la commune de Montrond-Les-Bains et secteurs protégés	
ANNEXE 2	Données météorologiques	. 51
ANNEXE 3	Planches photographiques	. 55
ANNEXE 4	Suivi des principales caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du forage GEYSER IV	. 59
ANNEXE 5	Coupes techniques et géologiques des forages GEYSER IV et DETENTE	.63

ANNEXE 6 Arrêté d'autorisation de la source et Décret de déclaration d'intérêt public

ANNEXE 7 Liste bibliographique......73

1. Avant-propos

1.1. CADRE DU PROGRAMME REGIONAL

L'analyse de la ressource en eau thermale de la station de Montrond-les-Bains s'inscrit dans le cadre d'un programme régional « Maîtrise de la qualité de la ressource en eau souterraine des stations thermales en Rhône-Alpes ». Ce programme est établi au titre des actions du volet Tourisme du douzième Contrat de Plan entre l'Etat et la Région Rhône-Alpes (CPER) pour la période 2000-2006. Une partie de ces actions intéresse le thermalisme (article VII, 3.2).

Le BRGM est partenaire du CPER avec l'Etat et la Région. Dans le cadre de ses missions de service public, le Service Géologique Régional Rhône-Alpes (opération 02 ETM 104) assure la conduite du programme auprès des stations thermales de la région (voir figure 1). Positionné en tant qu' « appui technique régional », le BRGM apporte l'expertise technique de ses équipes sur la ressource hydrominérale et dans ce cadre, intervient au niveau de la station thermale de Montrond-Les-Bains.

1.2. MODALITES D'INTERVENTION

Le programme régional a été lancé après la signature de la convention cadre Etat/Région/BRGM en avril 2002. L'année 2002 a ainsi permis un démarrage effectif des opérations. Une phase préliminaire d'information et de sensibilisation des stations aux actions du programme régional a tout d'abord été entreprise. Elle est suivie par la première étape du programme qui concerne la réalisation d'un état des lieux critique des connaissances sur les gisements d'eau minérale et sur leur exploitation pour chaque station thermale. Le présent rapport concerne l'état des lieux pour la station de Montrond-Les-Bains.

Au delà de la synthèse des données, l'analyse conduite auprès des stations se veut être un outil permettant d'apprécier de manière prospective et en cohérence avec l'existant, les projets à soutenir pour préserver la qualité, la quantité, la pérennité de la ressource et améliorer son exploitation. Les moyens mis en œuvre pour l'analyse relative à la station thermale de Montrond-Les-Bains ont été les suivants :

- une étude bibliographique la plus exhaustive possible à partir de nombreuses informations et sources de documentation (commune de Montrond-Les-Bains, DRIRE, rapports BRGM, rapports d'entreprises d'ingénierie, bibliothèques universitaires et scientifiques, etc.),
- une synthèse critique et l'exploitation de la documentation existante,
- la visite des sites concernés et des observations de terrain,
- des réunions avec les acteurs concernés de la station. Le présent rapport a été édité dans le cadre d'une approche consensuelle avec ces acteurs, qui sont remerciés pour leur concertation avec l'équipe du projet du BRGM.
- la rédaction d'un rapport, la formulation de recommandations et la proposition de projets.

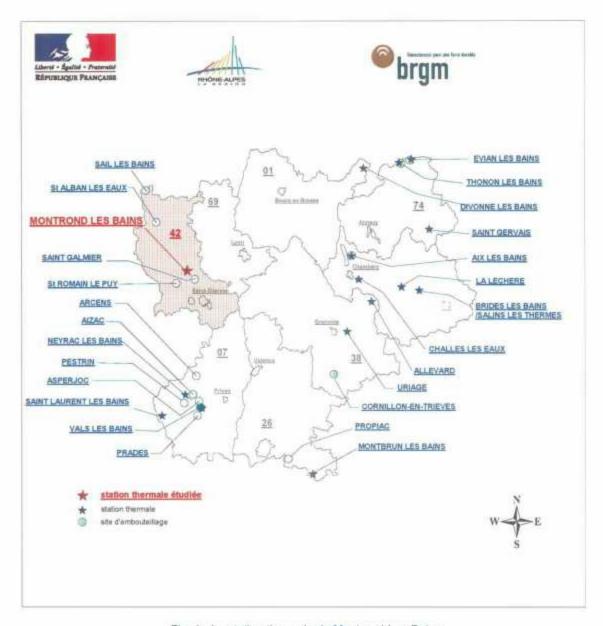


Fig. 1 - La station thermale de Montrond-Les-Bains et les autres sites d'exploitation d'eau minérale de la région Rhône Alpes.

2. La station thermale de Montrond-Les-Bains

2.1. CONTEXTE GENERAL DE LA COMMUNE

2.1.1. Contexte géographique

a) Situation

Entre les monts du Lyonnais à l'Est et les monts du Forez à l'Ouest, la commune de Montrond-Les-Bains est au cœur de la plaine du Forez, à une altitude de 360 mètres. Elle est localisée à une douzaine de kilomètres à l'Est de Montbrison, à une dizaine de kilomètres au nord de Saint-Galmier. Le plan de situation de la station thermale, représenté sur la figure 2, permet de localiser ces unités. A l'origine implantée en bord de Loire, Montrond s'est ensuite étendu le long des grandes axes de communication.

L'établissement thermal, se trouve au centre de l'agglomération. Le forage de captage d'eau minérale alimentant cet établissement se situe à une centaine de mètres. La carte sur l'annexe 1 permet de localiser les infrastructures liées à l'eau minérale sur le territoire de la commune.

b) Caractéristiques climatiques

On dispose d'informations au niveau de quatre postes météorologiques, situés à chaque point cardinal, tous quasiment équidistants d'une douzaine de kilomètres de Montrond-Les-Bains¹. La localisation des postes, les séries complètes des températures moyennes mensuelles et des cumuls mensuels des précipitations de 1992 à 2002 figurent en annexe 2.

La comparaison des hauteurs annuelles des précipitations entre les différents postes (figure 3) du secteur met en évidence le rôle de l'altitude et du relief. Les précipitations sont plus abondantes pour Chazelles-sur-Lyon (830 mm à 611 mètres d'altitude) que pour Feurs (710 mm à 332 mètres d'altitude). Situé au pied des monts du Forez, le poste de Savigneux est « abrité » des précipitations venant de l'Ouest : on y observe une pluviométrie moins importante, malgré une altitude comparable à Feurs ou à Saint Etienne Bouthéon.

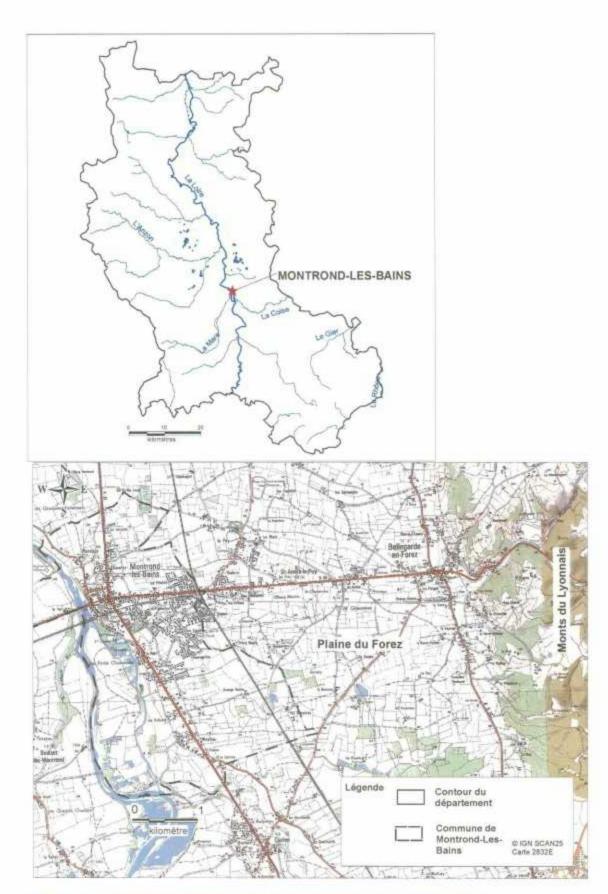


Fig.2 - Plan de situation de la station thermale de Montrond-Les-Bains.

12

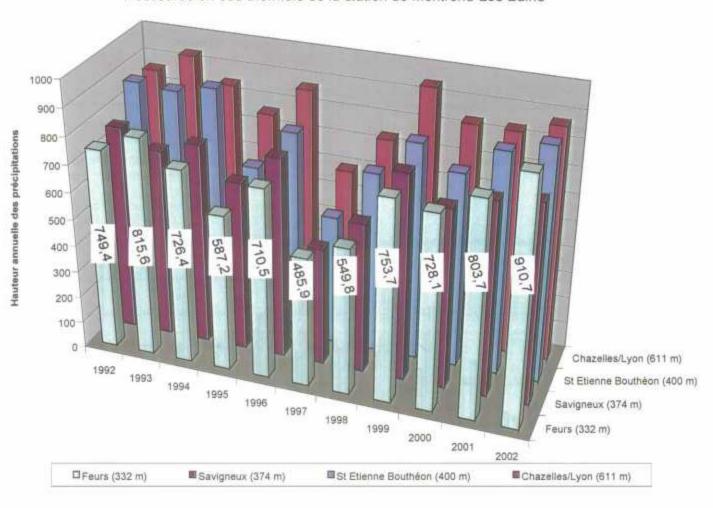


Fig. 3. – Hauteurs annuelles des précipitations sur les postes météorologiques du territoire de Montrond-Les-Bains de 1992 à 2002.

La pluviosité annuelle sur Montrond-Les-Bains est vraisemblablement très proche de celle de Feurs ou de Saint Etienne Bouthéon, de l'ordre de 750 mm/an sur la période étudiée.

Le suivi du cumul mensuel des précipitations sur une période de dix ans (1992-2002), représenté sur la figure 4 pour le poste de Feurs, montre que :

- les précipitations sont en moyenne à peu près équivalentes d'avril à octobre, période où elles sont également les plus importantes,
- les précipitations mensuelles sont relativement hétérogènes d'une année sur l'autre.

Ces observations sont également valables pour le poste de Saint Etienne Bouthéon.

BRGWRP-52508-FR

13

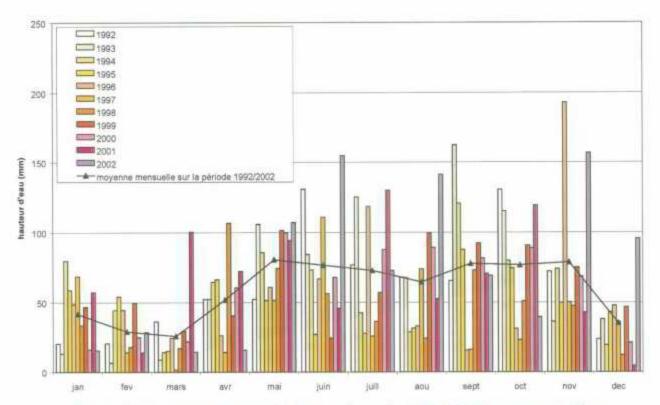


Fig. 4 - Cumul mensuel des précipitations (mm) de 1992 à 2002 au poste de Feurs.

L'évolution des températures, représentée sur la figure 5 pour le poste de Feurs, indique le caractère tempéré du climat. Les minima sont enregistrés en janvier (avec –0,3°C en moyenne) et les maxima en août (avec 28 °C en moyenne). Ces observations sont également valables pour le poste de Saint Etienne Bouthéon.

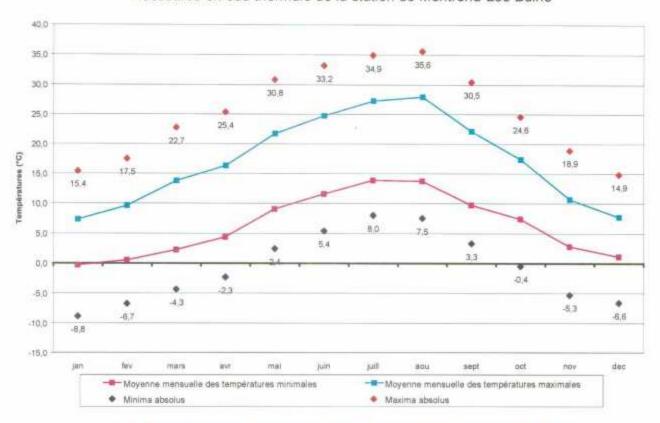


Fig. 5 - Températures mensuelles (°C) de 1992 à 2002 au poste de Feurs.

2.1.2. Contexte géologique

a) Nature des terrains

La plaine du Forez appelée également Limagne de Loire est un bassin fermé, rempli de sédiments tertiaires lacustres; il se prolonge au nord jusqu'à Roanne et au Sud vers Firminy. Seuls émergent de cette plaine très plate quelques reliefs volcaniques comme celui sur lequel a été construit le château de Montrond-les-Bains, ou encore les pointements de Montverdun et de Saint-Romain-Le-Puy.

La plaine se trouve en contact par failles avec les monts du Forez à l'Ouest et avec les monts du Lyonnais à l'Est.

Les formations tertiaires sont représentés par des terrains sableux et argileux et des marnes pouvant atteindre plus de 600 mètres d'épaisseur.

Ces formations, qui reposent sur le socle, sont rarement affleurantes. Elles sont le plus souvent masquées par des formations superficielles qui sont de différentes natures :

- complexe de formations superficielles et alluviales de la bordure orientale de la plaine du Forez; il est constitué de matériaux fins remaniés essentiellement de sables et d'argiles tertiaires, reposant soit sur ces derniers, soit sur d'anciennes alluvions grossières non délimitées,
- alluvions anciennes, composées de sables et de graviers,
- alluvions récentes de la Loire et de ses affluents.

Une représentation cartographique² au 1/50 000 synthétise les données géologiques sur la figure 6.

b) Structure

La plaine du Forez est nettement dissymétrique : la partie la plus profonde du bassin est située vers Saint-Laurent-la-Conche, à 5 km au nord de Montrond-Les-Bains, donc nettement plus près de la bordure orientale que de la bordure occidentale.

La structure de la bordure orientale de la plaine est encore mal connue. Deux théories sont en présence :

- le bassin tertiaire se prolongeait plus ou moins vers l'Est sur l'emplacement actuel des monts du Lyonnais; les sédiments du compartiment surélevé par la faille qui limite la plaine actuellement auraient été enlevés par l'érosion. Dans cette hypothèse, la faille serait donc postérieure à la sédimentation et la dissymétrie actuelle de la plaine ne serait pas originelle.
- la faille qui limite la plaine actuellement serait contemporaine de la sédimentation tertiaire qui n'aurait pas dépassée, ou peu, le relief créé par cette faille.

Dans l'état actuel des connaissances, la deuxième hypothèse semble la plus vraisemblable.

Le relief de la faille est bien net dans les secteurs de Bellegarde-en-Forez et de Saint-Galmier. La faille limite peut se dédoubler avec formation de panneaux intermédiaires comme à Saint-Cyr-les-Vignes et surtout Saint-Galmier. La valeur du rejet de la faille principale est de 100 mètres au minimum, valeur à laquelle il faut ajouter l'épaisseur inconnue du granite enlevée par l'érosion.

A l'Ouest de Bouthéon et de Cuzieu, une faille de direction nord-sud, totalement masquée par les alluvions de la Loire, relève les Grès de Veauche. Elle pourrait se prolonger au nord de Cuzieu, passant entre Montrond et Saint-André-Le-Puy.

Au centre de la plaine, les failles ont été mises en évidence par les travaux du CEA (recherche d'uranium entreprises dès 1946). La faille de la Mare, qui a dû orienter le tracé de la rivière du même nom est jalonnée par de nombreuses résurgences gazeuses et par les pointements de roches volcaniques de Boisset-lès-Montrond et de Montrond-les-Bains.

La bordure occidentale de la plaine a une structure apparemment tout à fait différente de celle de la bordure orientale. En effet les formations tertiaires plus ou moins redressées reposent le plus souvent normalement sur le socle, tout au moins au nord de Montbrison. Plus au sud, le socle affleurant est limité par un talus rectiligne assez net qui est dû à un contact faillé avec des formations tertiaires.

_

² D'après la carte géologique de Montbrison au 1/50 000

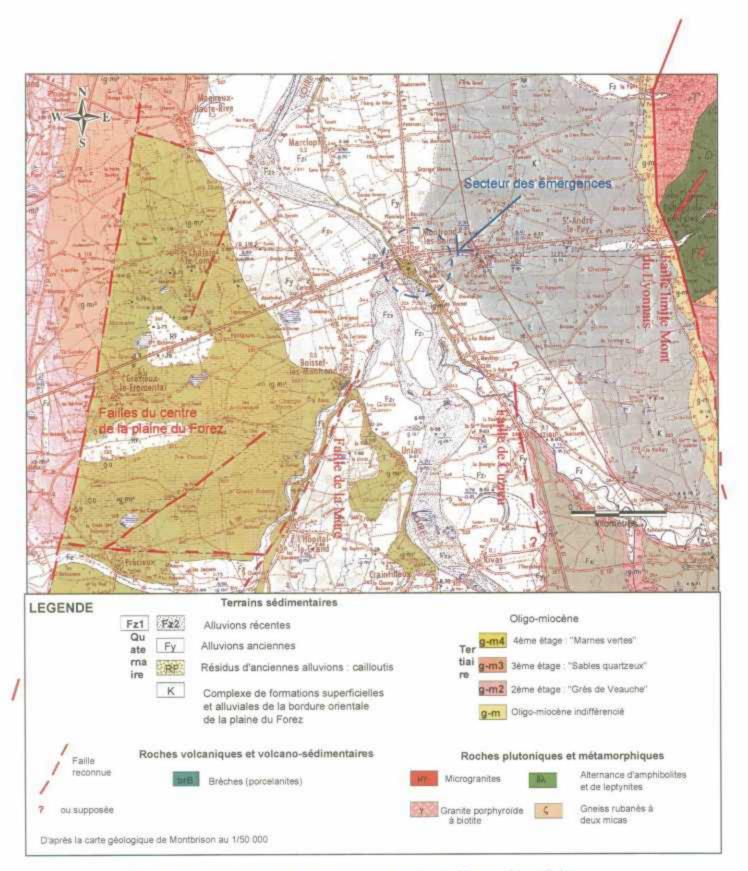


Fig. 6 - Schéma géologique et structural du territoire de Montrond-Les-Bains

Cette faille pourrait se prolonger vers le nord mais elle n'est pas repérable dans les formations tertiaires. Son tracé hypothétique est jalonné par de nombreux pointements volcaniques. En tout cas, le rôle de cette faille est nettement moins important que celui de la faille de la bordure orientale.

Les monts du Forez forment un horst bordé par deux fossés d'effondrement dans lesquels se sont déposés les sédiments des plaines de Montbrison et d'Ambert. Ce horst est découpé dans son ensemble par deux systèmes de fractures : l'un de direction NW-SE et l'autre de direction N-S.

2.1.3. Contexte hydrologique et hydrogéologique

a) Hydrologie

La région est entièrement drainée par la Loire qui la traverse du Sud au Nord et qui a largement étalé ses alluvions dans la partie orientale de la plaine. Ces principaux affluents sont :

- sur la rive droite, la Coise qui se jette avec l'Anzieux dans la Loire à Montrond-les-Bains, et la Toranche,
- sur la rive gauche, la Mare grossie de la Curaize.

b) Hydrogéologie

Les principales ressources en eau souterraine sont situées dans les formations alluviales récentes et constituent la principale alimentation des communes du secteur étudié. Cependant, cette ressource est très vulnérable, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, car elle est très liée à la Loire.

Les recherches d'eau effectuées dans le secteur (forage des Rotys notamment) ont montré qu'on pouvait obtenir des débits proches de 30 m³/h dans les horizons sableux du Tertiaire de la plaine du Forez. Cependant, ces eaux montrent la présence d'arsenic à des teneurs supérieures à la concentration maximale admissible pour des eaux potables (0.1 mg/l contre 0.05 mg/l).

Les terrains cristallins et cristallophylliens des monts du Forez et du Lyonnais sont des formations géologiques globalement peu aquifères, où la circulation des eaux se fait par un système de fracturations. Des sources à faibles débits peuvent émerger ainsi des arènes et des éboulis. Leur intérêt n'est cependant pas négligeable car elles sont, pour de nombreuses petites communes rurales de zones montagneuses, la ressource principale captée pour l'alimentation en eau potable.

On peut noter la présence de sources minérales et thermo-minérales dans le secteur étudié. Certaines sont captées pour l'embouteillage (source Badoit à Saint-Galmier, source Parot à Saint-Romain-le-Puy) ou pour le thermalisme comme à Montrond-les-Bains.

2.2. L'ACTIVITE THERMALE DE LA STATION

2.2.1. Historique administratif

La station thermale est propriété de la commune de Montrond-les-Bains, qui en a confié la gestion par contrat d'affermage à la SAEM « Le Parc Thermal de Montrond-les-Bains », société d'économie mixte dont le capital est détenu à 66 % par la commune de Montrond-les-Bains et également par la caisse régionale de Crédit Agricole Loire-Haute-Loire. La gestion en a été confiée à la société Groupe Villégiatherm – Compagnie Européenne des Bains depuis 1994.



Photo BRGM

Fig. 7 - Photographie de l'établissement thermal, les Thermes

2.2.2. Historique de l'exploitation

C'est au cours de la deuxième moitié du 19ème siècle que les ingénieurs de l'Ecole des Mines de Saint Etienne eurent l'idée de rechercher du charbon dans les séries inférieures de la plaine du Forez. C'est ainsi que fut fondée la Société des Sondages du Forez qui fut chargée de l'exécution d'un forage de reconnaissance à grande profondeur. Les travaux se déroulèrent de juillet 1879 à novembre 1881 jusqu'à une profondeur de 502 mètres. Ils furent décrits par F. Laur, Ingénieur des Mines. Ce dernier fait état de cinq nappes jaillissantes dont les quatre dernières d'eaux minérales.

L'ouvrage, appelé Geyser IV (sa minéralisation était proche de la source n°4 de Vals en Ardèche), a donc été équipé pour ne capter que la nappe minérale trouvée à 475 mètres. Le débit de la source a été mesuré à 10 m³/h environ. Ce forage a alors été exploité pour les besoins d'un établissement thermal et pour l'embouteillage. Il a fait

l'objet d'un arrêté ministériel d'autorisation date du 1^{er} septembre 1883 pour un débit de 300 l/mn. Ce débit correspond a une valeur de pointe instantanée, la moyenne journalière atteint 125 l/mn. La déclaration d'intérêt public date du 10 août 1886 ainsi que le décret fixant un périmètre de protection d'une superficie de 390 ha.

L'établissement thermal a été ouvert dès le mois de Juillet 1884. Il a connu un engouement certain jusqu'en 1939. Montrond-les-Bains fut d'ailleurs classé « station hydrominérale » par décret du 19 novembre 1935.

Depuis les années 1950 et jusqu'en 1986, l'établissement thermal a périclité peu à peu : il y avait 95 curistes en 1970 et 31 en 1986.

C'est à partir de 1985 que la Municipalité de Montrond-les-Bains, consciente qu'il y avait dans le thermalisme un capital inexploité, a décidé d'entreprendre les premières études pour relancer cette activité. Elle s'est assurée la maîtrise foncière des terrains et bâtiments de l'établissement thermal et de la source en créant une Société d'Economie Mixte dont la commune détenait 79% du capital (chiffre de 1990). A la suite, il a été entrepris une rénovation et une refonte complète des installations. A cette occasion, un nouvel ouvrage a été réalisé en 1988 jusqu'à une profondeur de 560 mètres, le forage Détente. L'objectif était le captage des seules eaux profondes.

Dès 1990, l'établissement exploite uniquement l'ouvrage Détente pour son alimentation en eau thermale. Une demande d'autorisation a été demandé en parallèle. Mais cette eau provoque des difficultés d'exploitation liées à l'entartrage des installations de surface, ainsi qu'une chute de la minéralisation de Geyser IV. Durant l'intersaison 1990/1991, des travaux sont entrepris sur Geyser IV pour exploiter les deux forages de manière simultanée et mélanger ainsi leurs eaux d'exhaure.

A partir de Février 1991, les deux ouvrages ont été exploités (Détente : 6 m3/h, Geyser IV : 13 m3/h) : la composition physico-chimique de Geyser IV s'est alors stabilisée à partir de septembre 1991 mais sa minéralisation est restée très inférieure à celle d'origine.

En décembre 1993, une demande d'autorisation d'exploitation, de transport et de mélange des sources Geyser IV et Détente est déposée. Le CDH demande une série de travaux qui sont réalisés en 1995. Une nouvelle demande est alors déposée. La DDASS argumente alors que compte tenu du changement de qualité des eaux de Geyser IV (baisse de la minéralisation, apparition en juillet 1995 de traces de chloroforme et tétrachloréthylène), l'autorisation ne peut être donné en l'état et est toujours aujourd'hui en cours d'instruction.

Après d'importantes difficultés d'exploitation, le forage Détente est arrêté début 1998 et le forage Geyser IV n'est exploité que 18 heures par jour afin de lui permettre de retrouver sa minéralisation initiale.

L'établissement thermal ne fonctionne plus aujourd'hui qu'avec Geyser IV.

2.2.3. Nature de l'activité thermale

Les propriétés thérapeutiques de l'eau minérale de Montrond-les-Bains ont été reconnues depuis fort longtemps et ont fait l'objet de nombreux rapports médicaux. Actuellement, les principales orientations thérapeutiques de l'établissement thermal prises en charge par la sécurité sociale sont le traitement des maladies digestives et des maladies métaboliques (surcharge pondérale et obésité).

Par ailleurs, des soins d'hydrothérapie, kinésithérapie, des activités de détente et de remise en forme sont proposés tout au long de l'année.

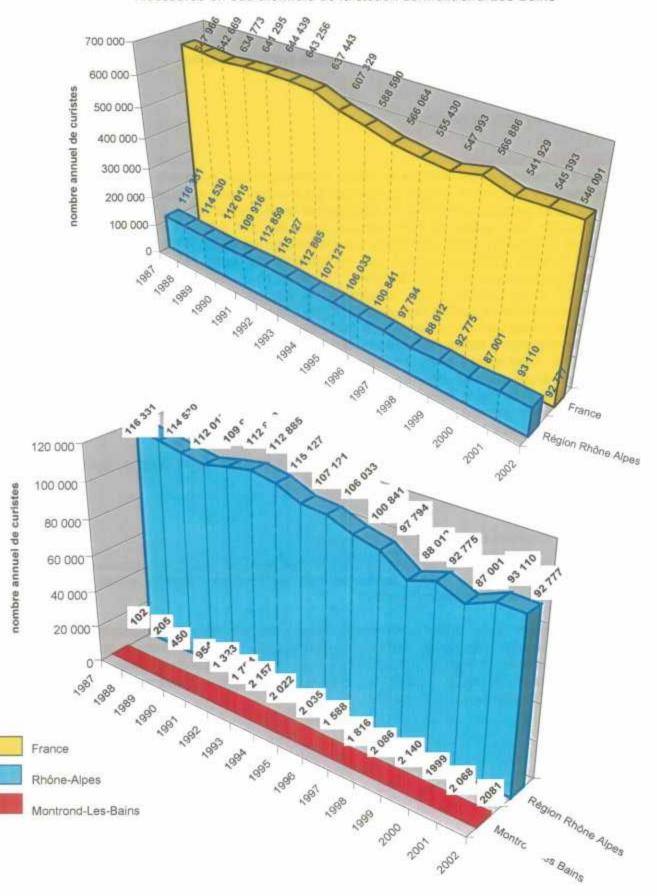


Fig.8 : la fréquentation de l'établissement de Montrond-les-Bains par rapport aux fréquentations nationales et régionales

2.2.4. Evolution et impact de l'activité thermale sur la commune

a) Evolution de l'activité thermale

L'activité thermale peut être évaluée en terme de fréquentation. A travers cette notion est comptabilisé le nombre annuel de curistes sous prescription médicale (cures de vingt-et-un jours partiellement prises en charges par la sécurité sociale). L'évolution de la fréquentation de la station de Montrond-Les-Bains de 1987 à 2002 est représentée sur la figure 8. Elle est à mettre en regard avec la fréquentation régionale qui concerne 17 établissements thermaux agréés par le système de santé, et nationale, qui concerne 12 régions soit 101 établissements.

Depuis 1987 et ce jusqu'en 1993, le nombre de curistes n'a cessé de croître de manière très importante, surtout les trois premières années où le nombre des curistes double d'une année sur l'autre : on voit là l'effet des efforts entrepris pour revaloriser l'activité thermalisme à Montrond-les-Bains. En 1996, le nombre de curistes chute de plus de 20 %, cette baisse étant largement compensée par une augmentation de la fréquentation entre 1997 et 1999 de 11 % en moyenne. En 2000, on observe une baisse de 6 à 7 % de la fréquentation par rapport à l'année précédente, baisse d'ailleurs du même ordre à l'échelle régionale et un peu moins importante à l'échelle nationale (5%). Depuis 2001, la fréquentation a repris sa croissance.

La fréquentation de Montrond-les-Bains représente 2 % environ de celle de la région depuis 1998.

b) Impact de l'activité thermale sur la commune

L'activité thermale participe au rayonnement touristique et économique de la commune de Montrond-Les-Bains. A moyen terme, le renforcement de l'activité « thermoludique » pourrait renforcer cette promotion.

Ce développement a un coût, la Commune ayant financé avec ses partenaires constituant la société d'économie mixte la construction de nouveaux thermes et les travaux concernant les forages. L'exploitation de l'eau minérale engendre en retour des recettes directes et induites à la commune, ainsi que des emplois directs et indirects, essentiellement touristiques et commerciaux.

3. Les eaux thermales de la station de Montrond-Les-Bains

3.1. PRESENTATION DU GISEMENT D'EAU MINERALE

3.1.1. La zone d'émergence

Le forage Geyser IV captant l'eau minérale qui alimente l'établissement thermal est situé à une centaine de mètres de ce dernier. Sa situation ainsi que celle du Forage Détente aujourd'hui non exploité est rappelée en annexe 1.

Leurs références géographiques et leur indice BSS sont donnés dans le tableau 1.

NOM et indi	ice BSS	GEYSER IV 07204X0005	DETENTE 07204X0079	
Coordonnées	X (m)	747 995	748 082	
Lambert 2	Y (m)	072 906	. 072 999	
Cote NGFTN	Z (m)	350	349,50	

Tab.1 - Références des forages GEYSER IV et DETENTE.

Le débit de prélèvement autorisé sur Geyser IV est fixé à 15 m³/h. Ce dernier n'est exploité que 18 heures par jour.

Le forage DETENTE a été exploité de 1988 à 1997. Aujourd'hui inutilisé, il est cependant toujours équipé d'une pompe ; ses niveaux sont suivis en statique.

3.1.2. Le système aquifère exploité

a) Identification de l'aquifère cible

Le forage GEYSER IV a été réalisé il y a plus d'un siècle : les travaux de forage consignés soigneusement par l'Ingénieur des Mines qui assurait le suivi des travaux³ sont une source d'informations très précieuse.

Ce dernier fait état de cinq nappes jaillissantes dont les quatre dernières d'eaux minérales :

- la nappe superficielle a été rencontrée à 10 mètres de la surface du sol (débit mesuré alors à 60 l/mn, température de 14 °C),
- la première nappe d'eau minérale à 23 mètres (débit mesuré alors à 60 l/mn, température constante de 13 à 14 °C),
- la deuxième à 183 mètres (débit cumulé mesuré à 120 l/mn qui passe à 240 l/mn quand le forage atteint 217 m, température de 25 °C, présence de nombreuses bulles de gaz).
- la troisième vers 250 mètres, eau très minéralisée, (débit cumulé mesuré à 306 l/mn)

3 LAUR, F., 1881, Géologie et hydrologie de la plaine du Forez, livres 1 à 4

la quatrième entre 475 et 495 mètres où l'eau, poussée par le gaz carbonique, a jailli jusqu'à 8 mètres au-dessus du sol de manière intermittente pendant trois jours (débit cumulé de 200 à plus de 400 l/mn, température de 27 à 28 °C). Cette eau, très minéralisée, a les mêmes caractéristiques que celle rencontrée à 250 m de profondeur environ.

Le débit observé en décembre 1881 soit un mois après la fin du forage, variait de 353 à 372 l/mn (soit entre 21 et 22 m³/h), avec une température quasi constante de 28 °C. L'eau a été définie à l'époque comme bicarbonatée sodique, caractérisée par la présence de fer.

La coupe géologique du forage de Montrond ⁴ (en annexe 6) décrit précisément l'ensemble des terrains tertiaires traversés, alternance de couches argileuses de plusieurs mètres (la série la plus importante, en début de forage, fait une centaine de mètres), et de couches sableuses plus ou moins indurés en faciès gréseux, ainsi que la position des nappes d'eau thermale.

Le forage a été équipé de six tubes concentriques ayant successivement les diamètres suivants :

- de 0 à 28 m : 410 mm, - de 0 à 100 m : 360 mm, - de 0 à 225 m : 310 mm, - de 0 à 419 m : 260 mm, - de 0 à 475 m : 210 mm, - de 0 à 502 m : 125 mm.

La coupe technique de l'ouvrage en 1880 se trouve en annexe 6.

En juillet 1880, il y a eu bétonnage entre la colonne de 410 et 360 pour isoler la source de 23 mètres du reste des aquifères.

En mars et avril 1882, c'est au tour des annulaires 360/310 et 310/260 d'être cimentés. Puis la colonne de 125 mm de diamètre a été mise en place avant de remonter le plus rapidement possible l'eau du fond pour bénéficier d'une température maximum à l'exhaure. Comme le consigne un Inspecteur Général, ces travaux avaient pour but d'« isoler aussi complètement que possible la source n°4 des deux précédentes (...). C'était leur seul moyen à employer et on doit le considérer comme ayant probablement bien réussi... et si l'on doit admettre qu'un peu d'eau des sources supérieures vient se mêler à la source inférieure, le mélange qu'on recueille est un mélange toujours constant, dans lequel la dernière source est très prédominante. Le captage est donc considéré comme assuré. »

L'ouvrage a été exploité sur son débit d'artésianisme qui à l'époque était de 10.7 m³/h.

Ainsi, on pouvait supposer que l'eau captée provenait quasi-exclusivement de l'aquifère profond.

En 1988, un nouveau forage est réalisé à quelques mètres de l'établissement thermal, soit à une centaine de mètres de Geyser IV. L'objectif de ce forage était double :

- recapter l'aquifère exploité au forage Geyser IV constitué, pensait-on, principalement par l'horizon profond (vers 475 m), de manière à posséder une ressource en eau thermale et un ouvrage de captage qui répondent aux exigences de qualité et de fiabilité nécessaire à une relance du thermalisme local.
- tirer le meilleur parti du système thermominéral de Montrond-les-Bains, en débit, température et minéralisation.

⁴ **BRGM,** avril 1991 - Réhabilitation du forage Geyser 4, R32636.RHA.4S/91

La profondeur du forage appelé Détente atteint 560 mètres. Il traverse les mêmes terrains tertiaires, succession d'argiles et de sables assez fins. Les coupes géologique et technique de Détente sont en annexe 6.

L'aquifère visé a été crépiné sur toute sa hauteur de 462.5 à 498.5 mètres. De type bicarbonée sodique comme celle de Geyser IV, l'eau obtenue est plus chaude (38 °C contre 25 °C), et surtout beaucoup plus minéralisée (teneur en HCO3 environ égale à 12 g/l). Elle est également plus riche en gaz carbonique.

Dès les premiers pompages d'essai réalisés sur Détente en 1988, le débit, la température et la composition physico-chimique de Geyser 4 ont baissé. La minéralisation totale est passée de 4.5 g/l à 2.4 g/l. Ensuite, en 1990, lorsque l'établissement thermal a fonctionné uniquement à partir du forage Détente, la minéralisation de Geyser 4 a encore diminué.

Le tableau 2 présente les résultats d'analyses de Geyser IV réalisées par le Laboratoire National de la Santé Publique (devenu Agence du Médicament) en avril 1962 et par l'Institut Pasteur de Lyon en août 2003, et de Détente par l'Institut Pasteur de Lyon en février 1990.

-			
	GEYSER IV	GEYSER IV	DETENTE
Point de prélèvement	émergence	émergence	émergence
Date du prélèvement	03/04/1962	28/08/2003	08/02/1990
Température en °C	25.5		38
Débit en I/mn	300		
pH à 20°C	6.5	7	7.25
Conductivité à 20 °C en µS/cm	3268		12190
Conductivité à 25 °C en µS/cm		3020	
Alcalinité en ml N/10	478		
Silice soluble SiO ₂ en mg/l	41.2		
CO₂ dissous en mg/l	1622.6		
Résidu sec à 180°C en mg/l	2683.3		12475
Cations en mg/l			
Calcium Ca ²⁺	24.1		119
Magnésium Mg ²⁺	17.5		43
Potassium K⁺	8.8		112
Sodium Na ⁺	1087		4440
Lithium Li*			
Fer Fe ²⁺	1.5		1.3
Manganèse Mn ²⁺			
Strontium Sr ²⁺			
Ammonium NH ₄ ⁺	0.29		
Anions en mg/l			
Hydrogénocarbonates HCO₃ -	2915.8	2219	11911
Chlorures Cl	47.3		117
Sulfates SO4 ²⁻	8.9		<1
Nitrates NO₃ -	0		<1
Nitrites NO ₂	0		<0.02

Tab. 2 - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de Geyser IV et DETENTE

En conclusion, les eaux de Geyser IV se trouvent ainsi être constituées par un mélange des aquifères identifiés lors de la réalisation de ce dernier (hormis l'aquifère superficiel) de caractéristiques hydrodynamiques et de minéralisation différentes⁵. Le forage Détente a mis en évidence le « pole profond » des eaux captées au niveau de Geyser IV.

On sait également, suite aux différents tests ou auscultations de Geyser IV 6 que :

- le mélange des eaux s'effectue pour partie dans les différents annulaires, et la production à l'intérieur de l'ouvrage se fait au travers des différentes fuites du tubage (perforations, rivets, ...); cela se traduit d'ailleurs par des variations de la minéralisation à chaque reprise de pompage,
- l'eau produite par l'ouvrage provient à environ 75 % de l'annulaire entre les tubes 125 / 210 mm, le reste provenant des perforations du tubage 210 mm entre 61 et 108 m de profondeur,

⁵ HYDRO INVEST, nov.1997 - Forage de Geyser 4 – Instrumentation et Diagnostic - HI 98010128 B

⁶ HYDRO INVEST, nov. 1997 - Forage de Geyser 4 - Instrumentation et Diagnostic - HI 98010128 B

 la minéralisation a tendance à baisser lorsque le débit d'exploitation augmente car les aquifères supérieurs moins minéralisés sont plus transmissifs.

b) Données sur les caractéristiques du gisement

Le gisement hydrominéral de Montrond-les-Bains est très peu connu. La structure, le fonctionnement et les limites probables du gisement concerné n'ont jamais été étudiés. La géologie et la structure du bassin tertiaire du Forez, tout au moins dans le secteur étudié, ne sont pas connues précisément.

On considère sous cette notion de gisement l'ensemble de « la zone géologique souterraine, depuis la zone d'alimentation et jusqu'à la zone d'émergence, située au droit d'une zone géographique bien déterminée, et de laquelle il est possible d'extraire une eau souterraine de qualité déterminée, stable, reproductible et identique, aux fluctuations naturelles près, à la qualité de la source agréée »⁷.

Si l'on se réfère au schéma de principe d'un système hydrothermal, tel que celui présenté sur la figure 9, on se doit de caractériser les zones d'alimentation, de circulation et d'émergence. Par comparaison, pour le circuit hydrothermal de Montrond-Les-Bains, on peut émettre les hypothèses suivantes :

⇒ L'aire d'alimentation :

L'aire d'alimentation, domaine dans lequel ont lieu les apports d'eaux météoriques qui alimentent le réseau hydrominéral, n'a jamais été délimitée. Les conditions topographiques et géologiques régionales permettent d'avancer que des infiltrations au niveau des Monts du Lyonnais, relayées par un système de failles, peuvent contribuer à l'alimentation.

Différentes méthodes existent pour déterminer avec plus de précision l'aire d'alimentation. On a la possibilité notamment de déterminer l'altitude moyenne de l'aire d'alimentation d'une source minérale en situant sa teneur isotopique moyenne en oxygène 18 et en deutérium sur une droite régionale isotope stable-altitude

⁷ Définition de la Division Nationale des Eaux Minérales et Thermales, NT n°1, nov. 1995. BRGM/RP-52508-FR

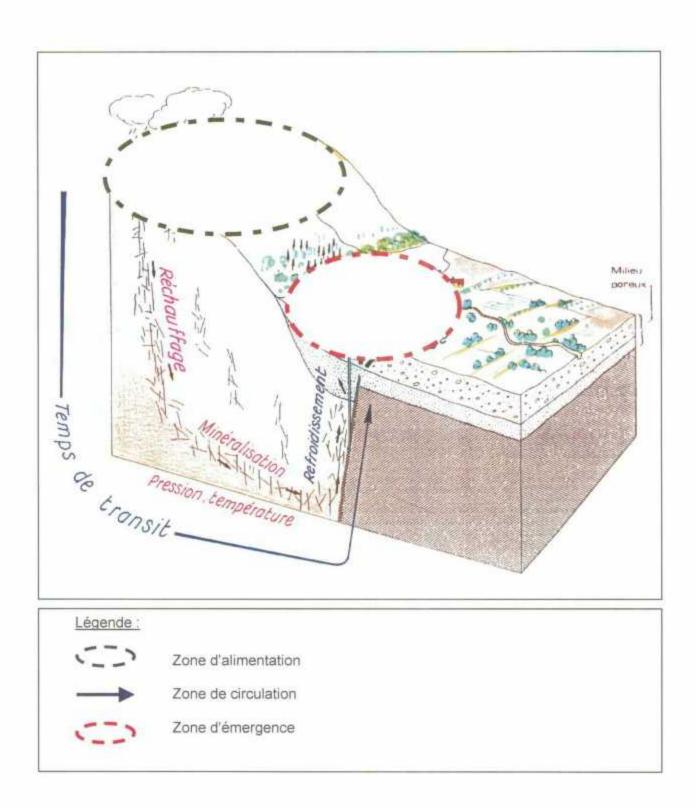


Fig. 9 - Schéma de principe d'un système hydrothermal.

⇒ La zone de circulation et d'acquisition de la minéralisation :

Là encore, rien n'est connu précisément. On suppose que l'eau infiltrée circule grâce à un système de failles et/ou des fractures dans le socle jusqu'à une certaine profondeur. Durant ce trajet, elle acquière une minéralisation particulière grâce à des échanges avec la roche encaissante, en fonction de la nature de cette roche, mais également en fonction des conditions de pression et de température.

Grâce à des analyses isotopiques effectuées sur le CO₂ contenu dans les eaux de la source Geyser IV, on s'est aperçu que la composition isotopique du carbone 13 du CO₂ libre est comparable à celle du carbone des gaz volcaniques directement libérés du magma. Le CO₂ a donc une origine endogène et résulte de phénomènes géologiques profonds comme le dégazage du manteau. De plus, le forage Détente a mis en évidence des eaux profondes très minéralisées et chaudes (38°C).

On a donc confirmation du fait que les circulations d'eau sont profondes. Il serait intéressant d'étudier le rôle du volcanisme dans le secteur de la plaine du Forez par rapport à la circulation d'eaux thermo-minérales (intrusion dans les terrains granitiques, métamorphiques et sédimentaires, acquisition d'une minéralisation spécifique, ...).

⇒ L'aire d'émergence :

Aucune étude n'avait été réalisée afin d'en déterminer l'extension : le forage Détente a été positionné non loin du forage ancien puisque le but était un recaptage de l'eau type Geyser IV.

Depuis 1997, un système de télémesures a été installé sur les forages Détente, Geyser IV et Bac à sable. De plus, les forages aux alentours du site thermal (voir annexe 1) ont fait l'objet d'investigations plus ou moins importantes afin d'essayer d'apporter des éléments à la connaissance hydrogéologique locale :

- Clos Borie, forage artésien d'une profondeur de 50 mètres, situé sous la fontaine publique du même nom, place de la République à Montrond-les-Bains,
- Jouvence, forage artésien d'une profondeur de 50 mètres, situé rue de la Jouvence, à proximité de la fontaine qu'il alimente,
- Cristal, forage d'une profondeur actuelle de 31 mètres (mais d'anciens rapports citent une profondeur de 150 mètres⁸), situé dans les sous-sol de l'ancien établissement thermal (hôtel Geyser). Les eaux de cet ouvrage ont été mises en bouteilles depuis 1944 par la société « l'eau bien aimée ». En 1993, suite à l'apparition de solvants chlorés, l'exploitation a été arrêtée.
- Bac à sable, forage d'une profondeur actuelle de 89 mètres, situé dans le parc thermal.

Les principales conclusions de ces travaux sont :

- il y a une influence de Geyser IV en pompage sur les niveaux des forages Bac à sable et Détente, mais aucune sur Cristal,
- un pompage sur Jouvence crée une baisse de débit sur Clos Borie,
- les eaux de Geyser IV, Bac à sable et Détente ont le même faciès bicarbonatésodique marqué, témoin du pole profond,

⁸ Annexe du rapport **HYDRO INVEST,** sept 2000 - Forage Cristal – Etat des connaissances, HI C-2877A BRGM/RP-52508-FR 29

- les eaux de Cristal à 13 mètres s'apparentent à celles prélevés dans les forages peu profonds du parc thermal (arrosage du parc (6.60 m de profondeur) et pompe à chaleurs des Thermes (11.06 m) correspondant à des eaux très peu profondes, de minéralisation moyenne; on y détecte la présence de nitrates et de solvants chlorés en 1993.
- les eaux de Clos Borie, Jouvence, et celles de Cristal prélevées à 25 et 33 mètres de profondeur peuvent être associées à une troisième famille qui serait un mélange d'eaux de faciès « type thermal » avec de l'eau plus douce différentes des eaux très peu profondes décrites précédemment⁹; les nitrates y sont absents et les solvants chlorés n'y ont jamais été détectés. Leur niveau piézométrique à l'équilibre est plus haut que celui de l'aquifère superficiel, ce qui les préserve dans les conditions hydrauliques actuelles d'une contamination transportée par ce dernier.

On constate que les connaissances concernant le gisement dans sa globalité sont très limitées.

⁹ HYDRO INVEST, nov.1997 - Forage de Geyser 4 – Instrumentation et Diagnostic - HI 98010128 B 30 BRGM/RP-52508-FR

3.2. PRESENTATION DE LA RESSOURCE

3.2.1. Utilisation et propriétés de la ressource

Les propriétés de l'eau minérale naturelle utilisée au centre thermal ont été reconnues par les autorités médicales pour le traitement des maladies digestives et des maladies métaboliques (surcharge pondérale et obésité). L'eau est utilisée pour la boisson et en usage externe pour la cure, où elle est appliquée en douches, jets, bains et par massages.

3.2.2. Qualité physico-chimique et bactériologie de la ressource

Les analyses des qualités physico-chimique et bactériologique sont effectuées en différents points du réseau, afin de pouvoir identifier la source potentielle de pollution en cas de problème. Les points contrôlés sont les émergences du forage GEYSER IV, la buvette des Thermes, la buvette des Montrondais, la baignoire circuit eau chaude, et circuit eau froide, la douche au jet, et la piscine thermale. Le programme de suivi des eaux de l'établissement (type d'analyses et fréquence) figure en annexe 4.

a) Qualité physico-chimique de Geyser

L'eau minérale naturelle captée par GEYSER IV a un faciès bicarbonaté sodique marqué (> 95 % de la minéralisation). Il s'agit d'une eau d'une température peu élevée (25 °C). Les caractéristiques physico-chimiques de Geyser IV figurent dans le tableau 3.

L'eau prélevée fait l'objet des analyses du contrôle réglementaire auxquelles sont soumises les eaux minérales naturelles. A l'initiative de la Commune, un contrôle plus fréquent et plus exhaustif des paramètres bactériologique des eaux est assuré.

Hydroinvest a réalisé la synthèse graphique de certains paramètres (sodium, chlorures, bicarbonates, conductivité, température) depuis 1883¹⁰ (annexe 4) :

- De 1883 à 1988, l'ensemble des paramètres suivi est constant : la conductivité est comprise entre 3500 et 3800 μS/cm, la température avoisine les 25°C,
- Dès la mise en exploitation de Détente, en 1989, on observe une baisse plus ou moins importantes de l'ensemble des valeurs des paramètres suivis : la conductivité chute pour atteindre des valeurs comprises entre 1570 et 2000 μS/cm, les bicarbonates passent de 2900 mg/l à 1250 mg/l.
- Cette baisse semble se stabiliser à partir de 1991: la conductivité s'équilibre autour de 2300 µS/cm, la teneur en bicarbonates atteind 1800 mg/l en 1998.

Le tableau synthétisant les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées en 2002/2003 figure en annexe 4. Il faut noter que le suivi physico-chimique est réduit aux paramètres suivants : pH, conductivité à 25°C, titre alcalimétrique complet, hydrogénocarbonates, arsenic, nitrates.

¹⁰ **HYDRO INVEST**, sept 2000 - Suivi des aquifères – Rapport de télégestion 1999-2000 BRGM/RP-52508-FR

Les résultats permettent de soulever deux points principaux :

- la conductivité montre une tendance à la hausse puisqu'elle s'équilibre en 2003 autour de 3020 μS/cm,
- l'arsenic, que l'on retrouve d'ailleurs dans les eaux souterraines de certains captages d'alimentation en eau potable, est présent à des teneurs relativement élevées (153 µg/l en moyenne).

Le suivi en continu des paramètres tels que la conductivité, la température et le débit du forage Geyser IV a permis de mettre en évidence une forte variation de la conductivité au redémarrage des pompages, ce qui pourrait s'expliquer par un stockage d'eau dû à des échanges internes au forage au niveau d'aquifères de minéralisation donnée¹¹. Après quelques heures de pompage, on retrouve la valeur moyenne habituelle.

b) Qualité bactériologique

Les analyses montrent que l'eau présente une qualité bactériologique toujours conforme aux normes en vigueur. Il n'a pas été décelé de germes fécaux, de germes mésophiles, de *Pseudomonas oeruginosa* ou de *Legionella pneumophila*.

32

¹¹ HYDRO INVEST, sept 2000 - Suivi des aquifères – Rapport de télégestion 1999-2000

3.3. PRESENTATION DES CONDITIONS D'EXPLOITATION DE LA RESSOURCE

L'examen des conditions d'exploitation des ressources à partir des ouvrages existants permet de vérifier si le caractère « stable, reproductible et identique » du fluide est garanti en terme de quantité et de qualité.

3.3.1. Les modalités de captage de la ressource

a) Conditions d'émergence au niveau des forages

Depuis sa création, le forage Geyser IV a été ausculté et réhabilité à plusieurs reprises, ce qui a modifié peu à peu sa coupe technique.

Les caractéristiques générales des forages GEYSER IV et DETENTE ainsi que la reproduction des coupes géologiques et techniques après équipement des ouvrages figurent en annexe 6.

En 1991, des travaux de réhabilitation du forage GEYSER IV ont été entrepris 12 :

- destruction de la tête de puits originelle,
- auscultation par caméra vidéo de l'ouvrage (possible uniquement sur les premiers 14 mètres: au-delà, présence du tubage 120 mm, très endommagé, qui obstrue l'ouvrage et interdit tout passage d'outils gros diamètre),
- réalisation de diagraphies,
- reconstitution d'une nouvelle tête de puits.

En 1995, sont réalisés les travaux suivants ¹³:

- rechemisage du forage après extraction du tubage 115/120 mm (les 100 premiers mètres du tubage sont découpés puis ce dernier est remis en place),
- diagraphie,
- rehaussement de la tête de puits de Geyser 4, installation d'un débimètre et d'une sonde de température en sortie de dégazeur.
- mise en sécurité du forage Geyser IV à proximité immédiate de l'émergence grâce à la construction d'un mur de protection le long de la RN 82 ainsi que d'un local technique qui abrite le forage; mise en sécurité des eaux prélevées par cimentation des annulaires des ouvrages en exploitation sur le secteur captant la nappe superficielle, ainsi que du forage du Bac à sable (105 m de profondeur mesurée actuellement, tubé en 310 mm; existence d'un tubage de 360 mm),

En 1997, de nouvelles inspection du forage avec diagraphie sont de nouveau entreprises. Une nouvelle pompe, celle-ci à fort débit, ainsi qu'une sonde (T, C) de fond sont mises en place¹⁴. Un obstacle (remblai?) est identifié à 473 mètres de profondeur : le captage de l'aquifère profond s'en trouve très probablement affecté.

Compte tenu de la conception du forage, seul l'état du tubage de diamètre 125 mm peut être contrôlé. Pour compléter l'auscultation et curer le fond du forage, il faudrait retirer le tubage de 125 mm de diamètre dont la collerette de tête et les manchons sont

33

¹² BRGM, avril 1991 - Réhabilitation du forage Geyser 4, R32636.RHA.4S/91

ANTEA, août 1995 – Dossier de demande d'autorisation des forages Geyser 4 et Geyser Détente – Complément de dossier technique – A 03695

¹⁴ **HYDRO INVEST,** nov.1997 - Forage de Geyser 4 – Instrumentation et Diagnostic - HI 98010128 B BRGM/RP-52508-FR

d'un diamètre supérieur à 136 mm, qui est le diamètre intérieur du tube inox posé et cimenté en 1995 entre 0 et 61 mètres. La réhabilitation de l'ouvrage s'annonce donc très délicate techniquement, car il est très probable, vu l'âge du forage, que ce dernier soit dans un état général relativement dégradé.

La structure du forage DETENTE, actuellement non exploité, ne pose pas de risque de corrosion, ni de mise en communication des formations géologiques au droit du forage. En effet, il est tubé (inox) et cimenté jusqu 'à une profondeur de 460 mètres.

b) Caractéristiques hydrauliques

Des suivis hydrauliques des débits et niveaux d'eau ont été réalisés sur les ouvrages autour du site thermal. Les conclusions des études indiquent qu'il y a une influence de Geyser IV en pompage sur les niveaux des forages Bac à sable et Détente, mais aucune sur Cristal. Il n'y aurait aucun risque de contamination de Geyser IV par les eaux les plus superficielles.

Le niveau piézométrique de Bac à Sable est toujours légèrement plus élevé que celui de Geyser IV ce qui conduirait à penser à sa connexion directe sur l'aquifère profond; la profondeur de foration de cet ouvrage serait donc supérieure à la profondeur mesurée actuellement (89 mètres).

c) Contrôle et suivi des ouvrages

Les paramètres contrôlés sur les ouvrages sont la conductivité, la température, la pression de refoulement, le débit et le niveau dynamique.

Le contrôle en continu de ces paramètres est permis par un affichage sur des écrans disposés à l'intérieur des locaux techniques fermés, en tête de Geyser IV (voir annexe 3).

L'instrumentation à l'émergence comporte :

- une sonde de conductivité,
- une sonde de température,
- une sonde de mesure du niveau dynamique.

Le **suivi** des paramètres mesurés est permis par un dispositif de télésurveillance abrité dans le local technique où se trouve le forage Geyser IV. Le système, réglé selon un pas de temps sélectionné, récupère les informations en continu. Il permet un suivi par téléphone.

Le contrôle et le suivi sont effectués depuis 1997 par le bureau d'étude Hydro Invest qui dispose de l'historique des mesures sous format numérique. Un graphique récapitulant ces résultats et ceux enregistrés antérieurement figure en annexe 4.

La baisse de conductivité observée sur Geyser IV suite à la mise en service du forage DETENTE s'est stabilisée pour s'inverser légèrement depuis l'arrêt de son exploitation.

d) Entretien des ouvrages

L'entretien des ouvrages et abords est à la charge de la SAEM. Les opérations concernent la maintenance de l'ensemble du matériel.

e) Conclusion sur les modalités de captage

Au vu des suivis hydrauliques, physico-chimiques et bactériologiques réalisés, l'exploitation respecte la capacité de production globale du gisement et la qualité de la ressource. Le site a été sécurisé : les ouvrages profonds ont été réhabilités, ainsi que Geyser IV lui-même, afin d'éviter tout risque de pollution par les eaux superficielles.

Cependant, l'ouvrage Geyser IV est très ancien et présente des signes manifestes de vieillissement qui conduisent à conseiller la réalisation d'un nouvel ouvrage.

3.3.2. Les modalités de transport

Le forage Geyser IV est situé à une centaine de mètres de l'établissement thermal, ce qui implique l'existence d'un équipement transport relativement court. Le schéma des canalisations de transport existantes est présenté en annexe 1.

Le transport de l'eau minérale de la tête de puits au bâtiment du therme et à la buvette est assurée par une canalisation de 180 mètres de long, de diamètre 50 mm en inox 304 L, calorifugée et enterrée pour éviter les pertes de chaleur.

La canalisation peut être isolée par la fermeture de vanne aux deux extrémités et des piquages pour prélèvements stériles sont également prévus et utilisés couramment pour réaliser les analyses bactériologiques.

Les canalisations ne traversent que le domaine en pleine propriété de la SAEM.

3.3.3. Les modalités de stockage

L'eau est chauffée après pompage à 36 °C, puis stockée. Le stockage de l'eau est effectué dans deux réservoirs hors sol en inox de 25 m³ chacun à proximité des bâtiments thermaux, dont l'accès est condamné par un grillage.

3.3.4. La protection du gisement d'eau minérale

a) La protection naturelle au niveau des émergences

Sur le secteur des émergences, les sols sont de texture plutôt argileuse (une vingtaine de mètres d'argile sableuse a été rencontrée au forage de Geyser IV et de Détente). La ressource exploitée semble bénéficier d'une assez bonne protection naturelle; Cependant, comme la ressource est composée d'un mélange d'aquifères plus ou moins profonds, la possibilité d'une contamination par l'arrivée d'eaux peu profondes est théoriquement possible : c'est pourquoi des protections complémentaires ont été mises en œuvre.

b) Les protections sollicitées actuellement

Il n'existe actuellement pas de protections des zones d'alimentation, du reste non délimitées à ce jour, et de circulation de l'eau minérale. Les zones de circulations étant profondes, il n'est pas apparu comme nécessaire de solliciter de protection en surface.

Les seules protections sollicitées concernent la zone des émergences, secteur particulièrement sensible à la qualité de l'environnement de surface. Elles sont de deux types : protections administratives d'une part, moyens techniques spécifiques mis en œuvre au niveau des ouvrages d'autre part.

- Les protections administratives :

Il n'y a jamais eu de périmètre sanitaire d'émergence : captée à 500 m de profondeur, la source a été considérée comme à l'abri de toute contamination provoquée par les eaux superficielles. Aujourd'hui, ce périmètre pourrait être défini techniquement mais ne dispose pas d'existence réglementaire spécifiée.

Par contre, la source Geyser IV a été déclarée d'Intérêt Public et bénéficie d'un périmètre de protection d'une superficie de 390 ha fixée par décret en date du 10 août 1886. Cette protection a le mérite d'exister : seuls 38 sites d'émergence d'eau minérale sur les 140 que comptent le pays disposent d'un périmètre de protection. Cependant, les protections établies sont très anciennes. Compte tenu des évolutions technologiques récentes et du développement de l'activité autour de ces sites, on peut s'interroger sur l'adéquation actuelle des protections mises en place. C'est le cas du périmètre de protection mis en place sur Montrond-Les-Bains qui ne semble pas avoir été établi sur des considérations hydrogéologiques déterminantes.

La définition du secteur ainsi protégé est reportée en annexe 7 sur fond IGN au 1/25000.

- Les movens techniques spécifiques mis en œuvre au niveau des ouvrages:

Des travaux de réhabilitation de Geyser IV ont été entrepris afin d'éviter tout transfert des niveaux aquifères superficiels (les 60 premiers mètres du forage ont été isolés) et des infiltrations de surface vers les niveaux producteurs (réhaussement de la tête du forage).

Les ouvrages profonds autour du site thermal ont été également réhabilités (réfection et cimentation des têtes d'ouvrage).

La tête du puits se trouve dans un bâtiment fermé et aéré, ce qui assure une bonne protection contre toute détérioration physique.

3.4. RELATIONS RESSOURCE BESOIN

Il convient de vérifier l'adéquation entre quantitatif et qualitatif de la ressource d'une part et les besoins (actuels et à venir) de l'exploitation d'autre part, afin d'assurer la pérennité du gisement sur le long terme.

3.4.1. L'exploitation de la ressource et les besoins actuels

Actuellement, la seule utilisation de l'eau du gisement de Montrond-les-Bains est l'alimentation de l'établissement thermal depuis le forage Geyser IV. D'un point de vue qualitatif, l'eau captée sur Geyser IV répond en tous points aux caractéristiques requises pour une eau minérale. D'un point de vue quantitatif, le débit capté représente 15 m³/h, pendant 18 heures par jour soit 270 m³ d'eau minérale.

La quantité d'eau disponible est tout juste suffisante pour couvrir les besoins de l'établissement en mode de fonctionnement actuel qui correspond à un besoin maximal de 200 m³/j d'eau minérale. En effet, faute de ressource suffisante, une partie des bâtiments n'est pas utilisée actuellement.

3.4.2. Discussion sur la rationalité de l'exploitation actuelle

Le débit global d'exploitation du gisement est de 15 m³/h. Aucun autre ouvrage souterrain analogue à Geyser IV ne sollicite actuellement le gisement sur la commune (il n'y a pas de forages profonds).

Pour ce débit et dans les conditions actuelles d'exploitation (arrêt du pompage pendant 6 heures par jour), on note une stabilité sur le plan hydraulique traduisant une exploitation rationnelle du gisement. L'influence du pompage au débit de 15 m³/h induit des rabattements inférieurs à 5 mètres donc extrêmement limités pour des zones de captage profondes, supérieures à 100 mètres.

Dans les conditions actuelles, la composante d'exploitation est garantie par la réalimentation du gisement. Soulignons néanmoins que l'ouvrage est ancien et qu'on ne dispose d'aucun forage de secours.

3.4.3. L'exploitation de la ressource et les besoins à venir

Dans la perspective du développement des activités thermale et thermo-ludiques souhaitées par la Commune, les besoins en eau ne sauraient être couverts par l'existant.

Un second captage est absolument nécessaire pour assurer d'une part la sécurité de l'alimentation des thermes en eau minérale, et d'autre part le développement des activités autour des thermes, moteur économique notable dans la région.

3.5. LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

L'analyse du contexte environnemental consiste à apprécier la vulnérabilité naturelle (contexte géographique) et les risques externes (contexte anthropique) pour la ressource en eau minérale. La notion de « contexte environnemental » doit être entendue au sens large. Il s'agit de l'ensemble de la zone dans laquelle il est nécessaire de protéger l'environnement et de promouvoir des pratiques non polluantes et respectueuses du milieu. Cette zone comprend à la fois la proximité immédiate des émergences et l'ensemble des zones sensibles du gisement.

3.5.1. Contexte géographique

a) Topographie

La Commune de Montrond-Les-Bains est située dans la plaine du Forez, entre les monts du Lyonnais à l'Est et du Forez à l'Ouest. Seul relief du secteur, une butte basaltique « Le Mont Rond » a donné son nom au site.

b) Patrimoine naturel et protections associées

Situé sur la butte basaltique, un château féodal est inscrit à l'inventaire des monuments historiques depuis 1946, ce qui témoigne de son intérêt patrimonial. Comme tous sites inscrits, il bénéficie d'un périmètre de protection d'un rayon de 500 mètres.

Le tiers ouest de la Commune de Montrond-Les-Bains est classée Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) pour des raisons diverses (avifaune, végétation).

c) Captages AEP et ressources en eau potable

La compétence de l'alimentation en eau potable est déléguée au SIVAP (Syndicat Intercommunal du Val d'Anzieux et de Plancieux). La Commune de Montrond-Les-Bains est alimentée par quatre puits dont un se trouve sur la commune (puits au lieu-dit les Princes), les trois autres se trouvant sur Saint André le Puy. Ces ouvrages, très peu profonds (une quinzaine de mètres au plus), captent les eaux de la nappe superficielle qui présente des teneurs en nitrates importantes.

La révision des périmètres est en cours pour les captages de Saint André Le Puy. Les périmètres de protection pour le puits des Prince existent depuis les années 1970 mais le secteur très agricole est difficilement protégeable et cet ouvrage sera très certainement abandonné à terme. Des recherches ont d'ailleurs été menées à Montrond-Les-Bains au lieu-dit les Rotys et à Bellegarde-en-Forez (Véange) où deux forages ont été réalisés jusqu'à des profondeurs bien plus importantes (respectivement 200 et 100 mètres) pour s'affranchir des problèmes de nitrates des eaux de la nappe superficielle. Cependant, les eaux rencontrées ont montré la présence d'arsenic.

Aucun problème particulier n'a été rencontré lors de la dernière période sécheresse cet été 2003. Une interconnexion existe du reste avec Chazelles-sur-Lyon (syndicat des Monts du Lyonnais). L'alimentation en eau potable rencontre ainsi plus des problèmes qualitatifs que quantitatifs.

3.5.2. Contexte anthropique

a) Mode d'occupation du sol

Le Plan d'Occupation du Sol (POS) date de 1993. La majeure partie de l'habitat se localise au pourtour des voies de communications, essentiellement au centre de la commune. L'habitat récent, essentiellement individuel, et sous forme de lotissements a connu un essor important au Sud-Est de la commune. D'après le recensement de 1999, le nombre d'habitants de la commune s'élevait à 4124 contre 3694 en 1990.

Le POS est en cours de révision : le Plan Local d'Urbanisme (PLU) doit être approuvé courant 2004. Il devra tenir compte des nouvelles infrastructures à mettre en place pour assurer la pérennisation de l'exploitation.

Les exploitations agricoles ayant leur siège sur la commune sont au nombre de 27, 15 sont exploitées à temps complet, mais le recensement agricole date de 1988. La superficie agricole (700 ha) est majoritairement utilisée pour l'élevage (135 ha de fourrage, 375 ha en herbe), en moindre mesure pour les céréales.

Il n'existe qu'une seule installation soumise à autorisation au titre d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Elle concerne une société d'enrobés en bord de Loire qui est en cours de déménagement. Aucune carrière en activité n'a été répertoriée sur la commune.

b) Réseau d'assainissement

La compétence de l'assainissement de la Commune est déléguée au SIVAP (Syndicat Intercommunal du Val d'Anzieux et de Plancieux). La grande majorité des habitations est raccordée au réseau existant (plus de 91 %), les installations individuelles étant rares. Le réseau de collecte est de type unitaire à 50 % et séparatif à 50 % sachant que des travaux sont réalisés pour augmenter ce dernier pourcentage. Les eaux collectées sont dirigées vers la station d'épuration de Montrond-Les-Bains, à Plancieux. Elle reçoit les eaux usées de trois autres communes (Cuzieu, Saint-André-Le-Puy, Bellegarde-en-Forez).

c) Axes de communication

La commune est traversée par deux nationales : RN 89 (plus de 3 000 véhicules par jour 16) et RN 82 (plus de 10 000 véhicules par jour 16), cette dernière passant à quelques dizaines de mètres du captage Geyser IV.

¹⁵ Données du POS 1993

¹⁶ Données du POS 1993

3.5.3. Synthèse

L'analyse du contexte environnemental susceptible d'avoir un impact sur le gisement hydrominéral met en évidence :

- un habitat en grande partie individuel, avec un assainissement majoritairement collectif.
- des activités agricoles (élevage et culture) surtout au Nord et au Sud Est de la zone de captage,
- une zone urbanisée et en voie d'urbanisation en amont et en aval de la zone de captage,
- l'absence d'activité ou exploitation dangereuse actuelle dans le secteur des émergences et dans le secteur amont,
- l'existence d'une pollution aux solvants chlorés entre 1993 et 1995 dans le secteur des émergences et à l'amont,
- un risque de pollution accidentelle en provenance de la RN 82 (néanmoins pris en compte lors des derniers travaux de réfection de Geyser IV avec la construction d'un mur de protection le long de la route),

Le contexte géographique semble relativement favorable à garantir la protection naturelle de la ressource, qui est elle-même de bonne qualité (profondeur importante des venues d'eau, assises superficielles protectrices épaisses, artésianisme).

Le contexte anthropique <u>actuel</u> montre une expansion des zones urbanisées. Même si les parcelles attenantes au sud sont en zones naturelles protégées, la zone du captage est classée en espace urbain sur le PLU en projet. Il nous semble important que ce document prenne en compte la nécessité pour la commune de garder des zones « protégées » destinées à des recherches d'eau minérale.

4. Conclusion

4.1. LA SITUATION ACTUELLE SUR LA RESSOURCE

L'ensemble des connaissances acquises à ce jour sur le gisement hydrominéral émergeant au niveau de la commune de Montrond-les-Bains et sur ses modalités d'exploitation a permis de caractériser la situation actuelle de la ressource.

Les conclusions suivantes en ressortent :

- Sur le plan administratif, la procédure de mise en place du Périmètre Sanitaire à l'Emergence n'a pas encore abouti. Le renouvellement d'autorisation d'exploiter Geyser IV est en cours d'instruction.
- Sur le plan qualitatif, la ressource, affectée par l'exploitation de Détente, a vu sa minéralisation chuter. Depuis 1999, l'exploitation rationalisée de la ressource permet une remontée progressive de la minéralisation, qui tend peu à peu vers sa valeur originelle.
- Sur le plan quantitatif, la ressource n'est captée que par un seul forage très ancien. Aucun forage de secours n'existe actuellement. De plus, au vu des besoins exprimés par la commune, ce captage est insuffisant pour permettre un développement de l'activité thermale et thermo-ludique.
- Sur le plan de la protection, la ressource bénéficie de la protection naturelle des niveaux productifs par un niveau imperméable épais, d'ouvrages réhabilités avec des cimentations profondes isolant l'aquifère capté des niveaux superficiels.

4.2. LES RECOMMANDATIONS SUR LA RESSOURCE

L'analyse critique de la situation actuelle sur la ressource fait apparaître des recommandations concernant d'une part l'existant (bonnes pratiques à poursuivre, améliorations à apporter) et d'autre part les données à acquérir, en vue d'une meilleure gestion globale de la ressource.

4.2.1. Promotion de l'existant

Le suivi en continu des paramètres actuels est riche d'informations : il permet le contrôle, la prévision et l'anticipation d'une éventuelle dérive, ainsi qu'une meilleure compréhension de la ressource.

Notons qu'il est souhaitable de maintenir une surveillance de la teneur en nitrates et en solvants chlorés.

4.2.2. Amélioration de l'existant

Les ouvrages d'exploitation existants ne répondent pas aux objectifs de la station thermale. Il faut réaliser un ouvrage moderne de captage.

4.2.3. Données à acquérir

La connaissance du gisement reste très incomplète. On dispose des coupes lithologiques des forages, qui permettent de caractériser le gisement en profondeur mais ne représentent que des points limités dans l'espace. Il serait intéressant d'axer les investigations sur une compréhension globale du système aquifère, de son extension et de son fonctionnement. Cette étude permettrait de mieux appréhender les risques qualitatifs et quantitatifs vis à vis de la ressource, pour les trois zones du circuit hydrothermal, en fonction de leurs différents niveaux de vulnérabilité.

Le plus urgent est de caractériser l'extension de la zone des émergences afin d'envisager la création d'un nouveau forage, le but étant de recapter la ressource de Geyser IV dans des conditions optimales.

4.3. LES PROJETS A SOUTENIR A COURT ET MOYEN TERME

4.3.1. Projets concernant la protection du gisement

La mise en place d'un PSE au niveau de Geyser IV ainsi que la révision du périmètre établi au titre de la DIP permettraient de renforcer une protection réglementaire optimale du forage existant.

4.3.2. Projets concernant la connaissance du circuit hydrothermal

Avant toute réalisation d'ouvrage complémentaire, il faut acquérir une meilleure compréhension de l'origine de l'eau à Montrond-Les-Bains (altitude de l'aire d'alimentation, temps de trajet, existence de fracturations, rôle éventuel du volcanisme, ...), et de définir l'extension du secteur des émergences et/ou de zones similaires proches pour une exploitation d'une ressource identique.

4.3.3. Projets concernant l'exploitation

Un nouvel ouvrage de captage au minimum devra être réalisé sur les hypothèses élaborées ci-avant. Il est capital que le forage soit réalisé dans les règles de l'art. Les techniques de forage sont diverses et doivent être adaptées au but poursuivi (acquisition de données, exploitation d'un niveau identifié, ...). La conception de ce forage doit entrer dans la réflexion globale d'étude du gisement et le suivi de l'opération doit faire l'objet d'une méthodologie précise. Ainsi, le cahier des charges de conception et de suivi de forage, ainsi que la mise en œuvre de techniques appropriées (tant de réalisation que de suivi) sont les garants de la réussite de l'ouvrage. Par réussite, il faut comprendre que le but est bien de capter la ressource

d'eau minérale, mais dans le cas contraire, le forage apportera des informations utiles sur le gisement, permettra de formuler d'autres hypothèses et l'opération pourra ainsi être valorisée.

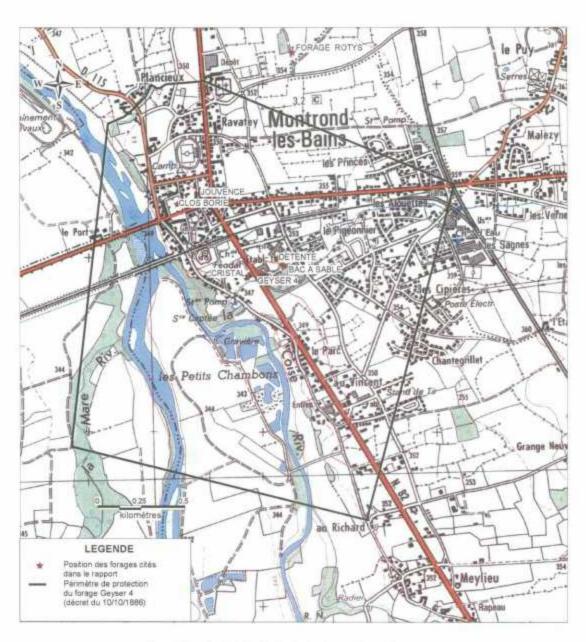
Une fois ce nouveau captage réalisé, le suivi sur Geyser IV devra être poursuivi afin de l'utiliser comme ouvrage de contrôle.

Il faudra également réaliser un ouvrage de secours afin de pérenniser l'exploitation et faire face à une éventuelle défaillance de l'ouvrage de captage.

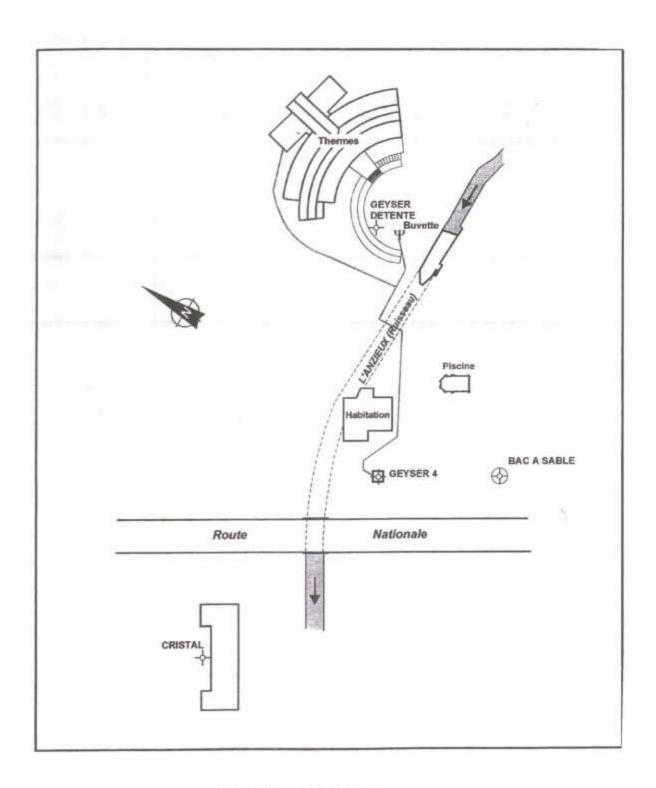
ANNEXES

ANNEXE 1

Localisation des infrastructures liées à l'eau minérale sur la commune de Montrond-Les-Bains et secteurs protégés



Localisation du périmètre de protection du forage Geyser IV à Montrond-Les-Bains, aur fond IGN 25



Tracé des canalisations Thermes de Montrond-les-Bains (source : Hydro Invest)

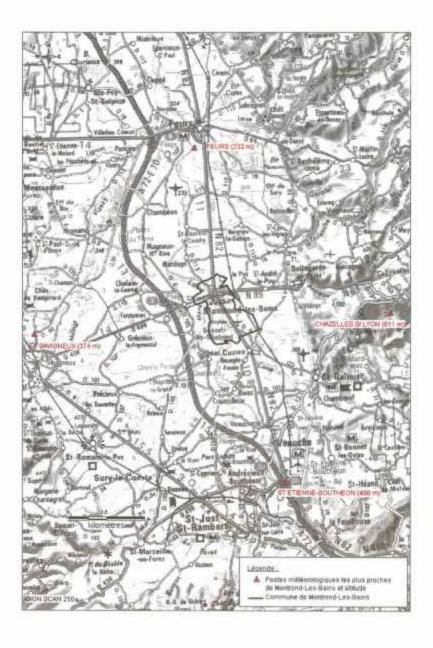
ANNEXE 2

Données météorologiques

Références et localisation géographique des postes météorologiques¹⁷ choisis pour la synthèse climatique sur le territoire de Montrond-Les-Bains.

NUMERO DU POSTE	NOM DU POSTE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
42005001	ST ETIENNE BOUTHEON	45°32'00"N	4°17'30"E	400 mètres
42059001	CHAZELLES-LYON	45°38'00"N	4°23'00"E	611 mètres
42094001	FEURS-MAN	45°44'06"N	4°13'12"E	332 mètres
42299001	SAVIGNEUX	45°37'30"N	4°04'48"E	374 mètres

Localisation des postes météorologiques.



⁵² Données METEOFRANCE

Précipitations :
Cumul mensuel des hauteurs des précipitations (mm) sur la période 1992 à 2002

POSTE DE SAVIGNEUX	1902	1993	1994	10.65	1995	1097	11008	1999	2900	2001	2002	moyenne mensuelle sur la période 1992 à 2003
20	11.4	8.8	73.8	49,5	45.7	58,7	44.8	49.7		69.3	10,8	39,5
fev	8.1	6.2	49.5	48.5	42	19.7	0.3	41,3	10.1	15.7	23.2	25.4
TIATS	30.3	9.5	15.5	25,3	54.0	2,5	24.4	26,5	44,2	70.7	10.8	27.6
ANT	65.5	20.2	61.5	51	45.4	9.4	111	41.9	47,4	58,4	9.6	47,6
mai	66.1	104.4	76	54.1	48.3	50.5	103.5	120.7	104	94.8	110.4	84,8
jyin	172,8	87.7	62.4	35.9	74.7	74.1	38.5	79.3	67.7	59.5	121	74.8
jvit	52.2	54.5	60.6	54.5	145.6	60	55,1	106.8	52.5	100.6		75,0
acru	. 66 A	77	49.7	68.9	34,3	80.3	22.7	74.7	123.8	34.2	71.9	81,4
sept	68.4	159,0	133,5	81.0	13.5	82.2	06.4		49.6	76.1	78.3	75.8
pid	129,1	97.1	82.1	67.8	34.1	18.1	46.5	64.4	96.2	97,6	37.9	72,6
ney	89.5	34.1	.66	54.1	191.9	33.8		50.8	52.9	36.7	119.2	50.1
dec	26,7	41,3	22,2	44,5	38	25.3	16.3	50,5	14,1	4.9	70,6	32.2
houteur annuelle	766.5	700.7	748.0	600	750.0	443.7	568.5	770,3	674.6	776.5	746	684,7

POSTE DE FEURS	1907	1903	-199F	1395	1000	1097	1999	1999	2000	12001	2002	moyenne mensuelle sur la période 1992/2002
jan	20,4	10,2	79.7	.58.7	48,7	16.5	33.5	46.8	16.1	57.3	15.4	41.7
fev	20,6	6.6	44.4	54.7	44.5	14.1	17.9	49.7	25	13.8		29,1
mars	36.4	6.9	14.2	15.1	34.5	1.7	. 17	.79.5		100,5	14.4	25,8
897	52.3	52.3	54.5	66.4	26.3	14.1	106.7	40.4	60,5	77.2	15.6	52.0
mai	52.3	105,9	85.6	51.4		51.7.	74.3	101.5	99.9	94.5	197.1	89.5
Dato	130.0	84.2	73.1	27	8.86	110,6	56.3	24,5	67.6	45,6	154.E.	79,5
MI	79.0	125.7	42.5	27.8	116.3	25.8	384	57	67.8	129.9	72.5	77.7
anu	88	67.7	26.7	31.5	33.2	73.8	24.2	99.4	39.2	52.5	141.2	64,5
nept	85.4	152.2	120.5	87.8	15.6	16.2	73	92.4	81.5	70.5	59.2	77.7
get	130,6	115.2	79.6	74.4	31.3	23.1	50.9	90,8	88.9	119.3	39.6	76,7
Boy	72.2	36,3	74	49,5	192.8	50.3	47.5	.75	68.4	42.9	156.6	70,7
dec	23.7	37,9	19,4	43.1	47.E	35,8	12,1	46.7	21	4.5	95.8	35,2
hauteur annualle	740.4	815.6	778.4	567.2	710,5	485.9	549.8	753.7	728,1	803.7	910.7	711,0

POSTE DE ST ETIENNE BOUTHEON	1002	1003	1994	11/95	1996	1207	1208	1900	2000	2001	2002	moyenne mensuelle sur la période 1992 à 2001
ian	19.4	9.4	105.6	51,3	53,4	62,3	40	57.9	13.2	.65.6	21.2	45.4
forc	25.2	7	38.2	57,2	44,2	15,4	11.4	38.2	21.8	16,4	26.2	27,6
mars	40,9	0.4	19	22.5	33,4		19.2	41.3	25,4	99.4	13,2	29,4
avr	77.1	51.4	91.6	.70	37	5.9	78.1	53	57.4	48,2	17.4	53,0
mai	65.4	128,4	84	55.6	72	52,7	115,4	125.2	114.7	92.4	115,6	92,9
[VIII	173.1	111.8	67,2	36,6	99.2	79,6	83.6	38	70	95,8	90,4	84.1
juil	31.8		74.7	50	86.8	82,4	75.6	197.7	46.2	191	81.4	74,4
BOU	105	47.b.	79.6	54.2	64.6	71.7	30.6		91,8	64	127.2	72,4
tept	91.8	194.0	159.9	109	10.6	28.2	110.4	102,5	82,2	79.6	79.2	94,5
99	132.4	110.6	103.4	42.4	41.6	29.9		35.7	119.7	123	42.7	79.8
ngy	75.2	55.3	59.4	56.6	190,5	38.6		79.7	73.5		170.7.	
dec	34,4	54,9	10.0	21.8	44,6	37,2	21.2	31,2	23,3	4.	96,6	32,8
hauteur annoelle	874.8	902.7	895,5	627.4	778.4	408,9	67E.3	810:9	725	529.2	872.3	.767,8

POSTE DE CHAZELLES B/LYON	1992	1303	1094	1995	1996	1907	1095	1000	2000	2001	2002	mayenne mensuelle sur la période 1992 à 2002
jan	18,1	10,2	85.2	67.0	.44	80	40.3	52,2	15.5	73,5	14.1	43.7
fev	25.2	11,4	30.4	69.7	53,3	20.2	14,6	54,8	32	17,9	44,1	34,0
mara	54,5	0.4	10.5	27.8	36,9	7.3	18.4	43,6	17.6	104.7	12.9	31,0
BYT	86	83,2	92.1	76.5	34.7	18.3	00.5	74.6			12.2	E3,2
mai	74.1	140.4	77.B	74.1	95,6	68.9	124,1	120,7	107,2	100,4	107.0	99,2
pun	196.7	85	86.7	17.6	100,5	99,9	66,2	41.2	. 97.1	72.9	108.7	86,6
liuj	55,9	90,5	67.4	62	102.2	56.5	57.3	128.2	.56	110,4	64,6	77,4
BOU	68,3	92,2	51.2	73.1	79.1	95	37.B	92.4	111	47.7	105.9	76,7
sept	75.1	196,2	136	137.5	17,3	16,4	141.9	113	81,9	73.8	85,2	
oct	134,2	153.1	106,3	59,2	36.5	33.8	17.5	112,5	123,0	114.7	50.6	91,4
nov	81	44,1	84.8	51.1	207.8	67.1	56.8	73,9	91.6	30.1	188	86,0
dec	21.4	42.7	20.4	34,3	62.2	52,2	19.1	38.5	34.7	4,4	100.5	36.1
hauteur annuelle	263.5	935,4	548.5	762.8	873.1	695.5	736.5	945,6	830.7	634.3	874,8	#27,9

Températures :

Moyennes mensuelles des extrema et extrema mensuels absolus (°C) sur le poste météorologique de Montrond de 1992 à 2002.

MINIMA ABSOLUS	1992	1993	11994	1995	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002
nsi	-10	-13	-8-	11	-7	-11.6	-6	B.	-9.5	-3.1	-10
fex	-9.2	-9.6	-4	-4	-7	-5.9	-9.8	-8,5	-5,5	-6.2	44
mars	-2.2	-8,6	-2.2	-3.8	-6	-3,5	-5.2	-4	-5.5	-2.2	-4.5
avr	-3	-1.6	-1	-1	4.5	-3	-4,5	-2	-1,5	-1.6	-1.7
mei	2	3	4	-1.5	4	0.5		5	3.1	4.2	0.3
juin	- 6	6.2	4	3.8	8.5	6	5	4	6.6	3.5	8
Pall!	10.2	7	- 8	10	5.8	8.8	- 8	6.5	5.4	10.5	8
aou	8	4.6	8	5.5	7	10.6	2.5	8.5	10.5	7.2	9.6
sept	2.2	3.2	. 5	-0.5	1.5	2.2	3.5	8.5	5.1	3.5	2.6
oct	-2.4	0	9.1	2.5	-2	-8	0	1.2	0,6	5.1	-2
ngv	-1.5	-10	0.5	-7	-6.5	-7.2	-53	-5,9	-3.4	-5.5	-0.3
dec	-6	-2	-5,5	-6	-10.2	-6,2	-8,5	-8,6	-4,6	+12,4	-2.1

MOYENNES MENSUELLES DES TEMPERATURES MINIMALES	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
jari	-2.9	-0.9	0.8	0,7	1.7	-1.3	0.5	-0.2	-1,8	2,3	-1.9
fax	-1.1	-3.4	1.7	2.8	-0.3	1	-1,3	.0	1.7	1,5	3.2
W1877	2.4	-0.5	4	0.8	0.1	1.8	2.1	2.5	1.8	6.1	3.5
avr	4.2	5.4	4.1	4,9	4.1	1.8	4.8	4.4	5	5,3	4.1
mai	9	9	8,4	7,5	8.6	8.6	8	11,1	10.4	10.4	8.4
ium.	11.5	12.1	11.5	10	11.8	11.9	11.8	9.8	12.4	10.8	13.6
juill	14	12,5	15.2	15,3	12.4	13	13.8	14.8	12.4	15.3	74
#QV	13.8	12.6	14.2	13,1	12.5	15.5	12.2	14.5	14.7	14.3	13,7
sept	9.4	9.7	10.7	8.4	5.2	9.6	10.3	12.8	10.9	8.8	10.4
gct	6.3	6.9	7.3	9.5	6.3	6	5.9	7.7	7.1	10.3	7.5
nov	4.1	0,9	6,2	2,3	2.4	4.3	-0.9	1.2	4	1.1	6.2
dec	1.7	2,6	2.3	-0.3	0,6	1.8	-0.3	-0.5	2.9	-1.8	4

MAXIMA ABSOLUS	1992	1993	1994	1995	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ian	12	17	16	15	14	15	16	18	11.6	16.1	18.8
fev	18	13	16,6	20	13	19	20.7	16.2	20.5	16.5	19.2
mars	18	24	23.6	21	24.5	24	24.5	21.5	19.2	26.6	23.3
BVE	28	23	26	26,5	24	26	24.5	25.4	25.1	23.4	27.1
	31.4	31	27	29.8	31.5	30	31.5	32	29.6	34.8	30.6
juin	26,8	32	31,6	33,5	33	30.4	35	32.5	33.8	36.4	38.3
juil	36	33	35,2	37.5	33	31.5	36	34.5	35	37.2	35.3
	37	34	36	34	32.5	35	38.5	36	36.6	37.1	34.9
sept	31	29	32	26	29.2	33	33	34	33	27.2	28
oct	19.8	22	25.5	. 27	23.8	29.5	23.5	24.3	23.5	29	23.1
ngy	16,6	18.4	19	21.5	21	21.5	18	22.5	16.3	15.5	18
dec	13,6	15.4	15	15,2	15	15,5	14	15.5	16	12.3	16.2

MOYENNE MENSUELLE DES TEMPERATURES MAXI	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Jen	3.1	8,8	7.1	6,8	9.8	5.4	8.2	8.8	5.3	9	8.5
fev	8.6	贡.6	9	12.1	5.6	. 13	11.4	6.6	11.5	9.8	11.6
mars	12.2	12.8	15.6	11.7	11	16.2	13.4	13,6	13.7	16	15.4
avt	16.4	16,4	12.8	16.1	16.5	17,9	15.7	16.6	17.4	14.6	19
mai	22.6	20.7	20	21.1	19.7	22.8	22.7	22.4	24		20.5
juin	21	24.2	24	23.6	25.3	23.2	25,1	24	27.2	26.3	28.5
juil	26,5	24.7	29.2	29.9	26.1	26,2	27.8	27.5	26	28.9	27.4
aou	28.7	26.4	28.6	26,9	25.5	30,3	28.5	27.3	29.5	29.6	26.4
sept	22.3	19.7	20.8	19.3	20.5	26	22.4	26.3	24.8	20.2	21.1
oct	12.5	14.2	17.8	20,9	16.8	18.5	15.7	17.E	17.3	21.1	18.2
nov	12,3	6.7	13.5	11.1	10.3	13.3	7.5	8.7	12.6	7.9	13.6
dec	7,3	8.4	8,9	6.3	7.1		7	7.9	11.2	3.6	9,5

ANNEXE 3

Planches photographiques



Photo BRGM

Vue générale du parc des thermes

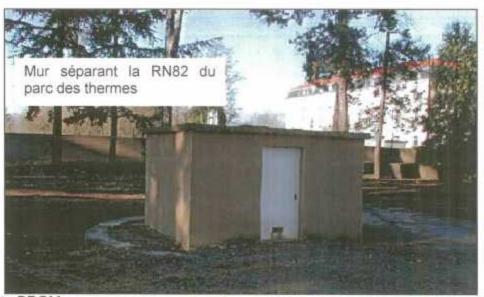


Photo BRGM

Local technique abritant le forage GEYSER IV



Photo BRGM Equipement de l'abri de tête du forage GEYSER IV

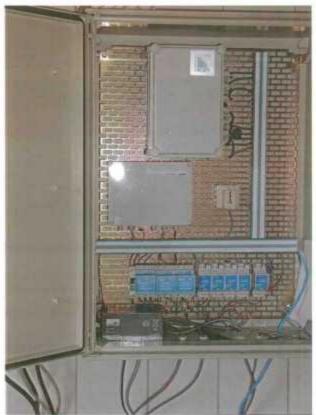


Photo BRGM Intérieur de l'armoire d'enregistrement et de télétransmission



Photo BRGM Emplacement du forage DETENTE, devant l'établissement thermal

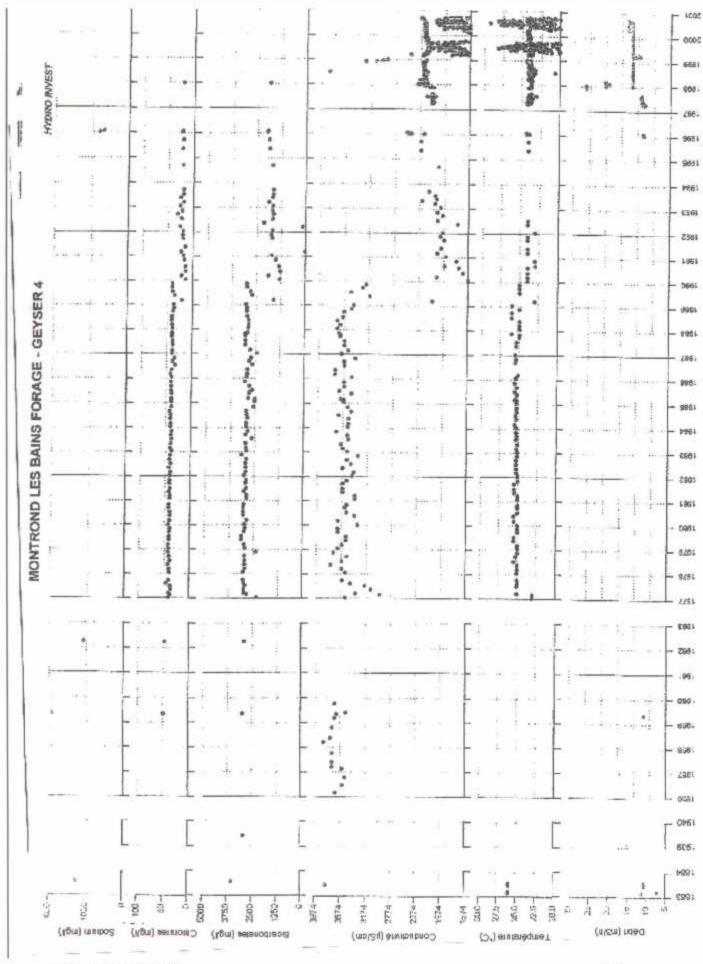
ANNEXE 4

Suivi des principales caractéristiques physicochimiques et bactériologiques de l'eau du forage GEYSER IV

Tableau des données brutes d'analyses 2002/2003 (Geyser IV)

Dale	Arsenic	Coliformes Ihermotolérani s/250ml-MS	Coliformes lolaux /250ml-MS	Conductivité à 25°C	Enlérocoques /250 mi-MS	Hydrogénoca rbonales	Legionella sp	NO3 (en mg/l)	р₩	Pseudomona s aéruginosa dans 250ml	Spores Bact.Anaér.S ulfito- réd./50ml	Titre alcalimétrique complet
11/01/2002					-			0				_
08/02/2002								0				
13/03/2002	156	0	0	5521	0	4061	o	0	14,3	0	0	332,75
10/04/2002		0	0		0			0		0	0	
24/05/2002						.		0				
25/06/2002	153	0	0	5154	0	3781	0	.,	14,45	0	0	309,85
09/07/2002								0				
19/08/2002	150	0	0		0	1891	0		7,45	0	0	154,95
09/09/2002		0	0	2633	0	1912		0	7.1	0	0	156,7
14/10/2002	140	0	0	2352	0	1899	0		7,25	0	0	155,6
14/11/2002		0	0		0			0		0	o	
11/12/2002	161	0	0		0					D	0	
13/01/2003						.		0			1	
05/02/2003								0			******	
13/03/2003	140	0	0	5939	0	4314	0	0	13,5	0	D	353,5
15/04/2003								0		,,.,.,.,.,.,.,		
13/05/2003	154	0	0	6013	0	4401	0		13,75	0	0	360,65
31/07/2003								0				
28/08/2003	173	0	0	3020	0	2219	0		7	<u> </u>	0	181,85
18/09/2003		0	0	2993	0	2197		0	6,55	0	0	180

Synthèse des suivis de la conductivité, de la température, des teneurs en bicarbonates et chlorures

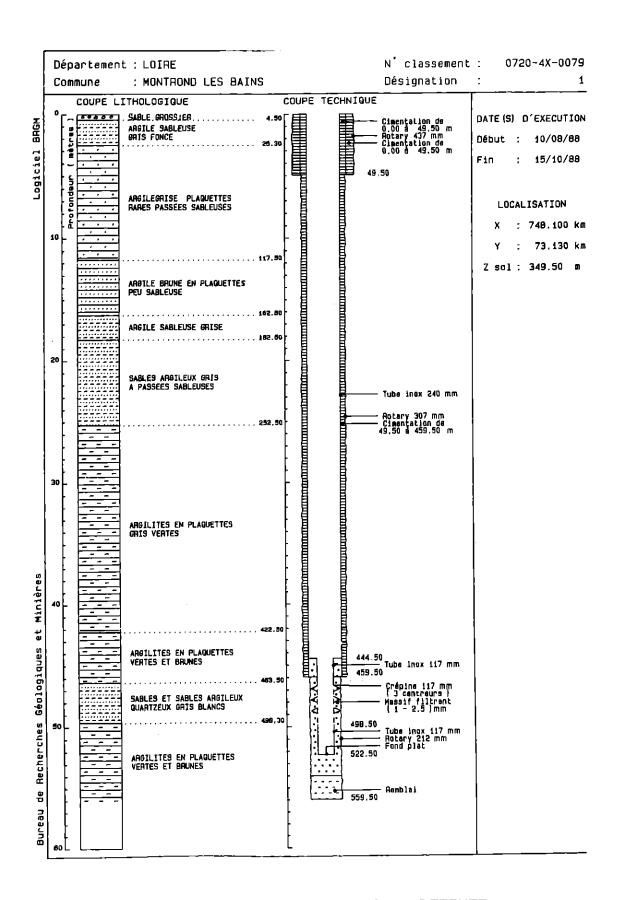


ANNEXE 5

Coupes techniques et géologiques des forages GEYSER IV et DETENTE



	COUPE G	EOLOGIQUE D'ORIGINE (1883)	DEMI COUPE TECHNIQUE
			4 100 (100 000 000 000 000
-	THE REAL PROPERTY.	Settle arginus of greature	111118
		Angle sabbasis rada	111111
		4	111111
	-		23.45 Tube 410mm
		1	HIE
		4	日日禄
	-5-5	-	111111
		ACTUAL LA LINES AND DATE OF THE SECOND	80 Chemies inch 140s
	33.5	Adjustizaçõe d'argle addesser el de culde	HER
	FIE	1	HIER
	100	7	11118
	FEE	4	1148
	222		100.75 Tube 300mm
	222		100
			1 11 6
11.0		Cataire officers	K
	-	Aglie	1 11116
12-		Children was	1 11 8
H		Company and Assess	1 1118
-		Calcado sido est	1 118
		The second secon	1 H R
	222	Manager Paghs & As 1674	1 118
E E		(Spins believes at Expension	1 116
		Del Select de trenden Principal de participamente Principal de regionales Principal de regionales	11112
=		Committee has been been been been been been been bee	1 1116
	-1-0	Adjutument d'orgle sottones et de comm	1 1116
-		Gree settlens	1 1118
2 =		* Gent test dur	1 112
		Alaman as Pergla sillinos el De Cibio	225 81 Tuber 310mm
-			1 16
	H-14		1 12
			1 18
		Character despendence et de pre-	1 112
		1	1 10
		4	1 18
::		Carrier Mone	1 11
-	2-6	Angle selfects with at pullet over programme.	1 1
N = 1		Augus entherets werks at purifice ander placement of the purifice ander placement of the purifice and	1 16
32	4.4.4	Arghe vede at brote	Tube (25mm)
			1 1
	-	4	1 18
			1 18
		Sinte durint argini	I B
		7	1 18
		4	1.110
			1 12
			1 16
	200	4	1 18
	-	-	1 16
		1	1 18
	200		E
	2000	Argita rougo ili vette	1 11
		1	1.16
	-	4	419.2 Tube 280mm
	5555		B
:		Sees arabica rest of callect	R
	neer		1 6
	-	Anglia subdiviny rough of 1986	1 8
	2000	2000 DO DE TENERO DE CONTROL DE C	1 1 100
E L	2000	-	1 1
Œ	-	Consisting qualitated Consist officers	475 Fulse 210mm
		data set	6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0



Coupes technique et géologique du forage DETENTE.

ANNEXE 6

Arrêté d'autorisation de la source Décret de déclaration d'intérêt public et de déclaration d'un périmètre de protection

1 to Systember 1885 SOUS PRÉFECTURE Muistin du Commence - 5. AVR. 1990 42 - MONTBRISON Prist! - Muision de commen Nu la clevered. former par Me Sour Myenia ewil, ou now I la Povieté ausque de 10 wage de Fory of ela Proacción; Nu la rapport. On legenieur de Meiro de provinde No l'our de Couriel d'hygiren publique en ele ralubille de l'avous, ment de resultairen, en date Ju 6 May 1885. Nu l'aux du Prifer de la doir che 13 may 1883; Nu l'avi de l'acadimo de Michian Da 11 Juillet 1833 No l'owomano on 18 juin 1823; les lon en 16 juilles 1876 et 12 fevrier 1893, le client de 18 janvier 1760 et l'aneti de Chief de Tomon Essentif de 30 com 1871; Du le rapport de la vielle d'Etat d'inster de Commerce Meticient Orner. CRN. NY= Frommar est autoinis à raploite et à livre au public I saw minerale provenent of une rouse of to so tourse the? Super ma 4 , littur un la commune ele Mexica Montron d'auton le M. falinet, anow inservent de Monttine (∞oiv). Car. 2 re conformer aux loir, décret, ordonnaine shighen earlant ou à intervenul, touchaint la ponnion et l'opplantation Des 10 mos D'eau ruin l'al, ainsi que

Menue particulier de palie et de salubrés que pour pour les étre estrepaire.

Con 3

Le diefer de le doir est changé de l'orientin

Du point viris.

Jour acquire che le soir et legrend e 1873

Jigné. Ch. Hérisson

Le Dienteur du Manutarier et de le lempreshité.

N'gro': N- grison.

MONTROND LES BAINS

10 août 1886

DÉCRET

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce et de l'industrie,

Vu la demande formée par M. Laur, ingénieur civil des mines, administrateur délégué de la société anonyme des sondages du Forez et du Roannais, en vue d'obtenir que la source d'eau minérale, dite : « du Geyser n° 4 », alimentant l'établissement thermal qui appartient à cette société sur le territoire de la commune de Meylieu-Montrond, canton de Saint-Galmier, arrondissement de Montbrison (Loire) soit déclarée d'intérêt public et munie d'un périmètre de protection ;

Vu les plans et mémoires à l'appui;

Vu toutes les pièces de l'instruction à laquelle cette demande a été soumise, conformément aux prescriptions réglementaires du décret en date du 8 septembre 1856 ;

Vu la proposition faite par M. Laur, au cours de ladite instruction, par laquelle il déclare, au nom de la compagnie propriétaire, ne point s'opposer, en ce qui la concerne, à l'exécution, sur les terrains compris dans le périmètre, de travaux de fouilles n'excédant pas une profondeur de 100 mètres :

Vu l'arrêté ministériel en date du 1^{er} septembre 1883, qui autorise l'exploitation de la source dite du Geyser n° 4, à Montrond ;

Vu l'ordonnance royale du 18 juin 1823, la loi du 14 juillet 1856, le décret du 8 septembre 1856 et l'arrêté du chef du pouvoir exécutif du 30 août 1871 ;

Le conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE:

Article 1^{er} – Est déclarée d'intérêt public la source d'eau minérale dite « du Geyser n° 4 », alimentant un établissement thermal sur le territoire de la commune de Meylieu-Montrond, canton de Saint-Galmier, arrondissement de Montbrison (Loire).

Article 2 – Il est attribué à cette source un périmètre de protection déterminé ainsi qu'il suit, conformément au plan annexe au présent décret, savoir :

Au nord : 1° par la rive méridionale du ruisseau de Plancieux, depuis le point B, où il débouche dans la Loire, jusqu'au point M, où ladite rive rencontre le bord occidental de la route nationale de Saint-Étienne à Roanne ; 2° par une ligne droite menée dudit point M au point N, intersection des axes des chemins de fer de Saint-Étienne à Roanne et de Lyon à Montbrison ;

A l'Est : par une ligne droite menée du point N ci-dessus défini au point O, déterminé par une croix en pierre établie au point de rencontre du chemin de Rapeau aux Vincents avec le chemin vicinal de Meylieu à Saint André le Puy.

Au sud : par une ligne droite menée du point O ci-dessus défini au point P, où le chemin de Boisset à Plancieux, par la terrasse, arrive au bord du ruisseau de la Mare.

A l'ouest : par une ligne droite menée dudit point P au point B de départ.

Ledit périmètre embrassant une superficie de 390 hectares.

Article 3 – Des bornes seront placées aux angles et aux points principaux du périmètre déterminé en l'article précédent.

Le bornage aura lieu, aux frais de la société propriétaire, à la diligence du préfet, par les soins des ingénieurs des mines du département, qui dresseront procès-verbal de l'opération.

Article 4 – Le présent décret sera publié et affiché, également aux frais de la société, dans la commune de Meylieu-Montrond, dans les chefs-lieux de canton de l'arrondissement de Montbrison et au chef-lieu du département.

Article 5 – Le ministre du commerce et de l'Industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal Officiel et inséré au Bulletin des Lois.

Fait à Mont sous Vaudray, le 10 août 1886.

Signé: Jules GRÉVY

ANNEXE 7 Liste bibliographique

LAUR. F., 1881, Géologie et hydrologie de la plaine du Forez, livres 1 à 4

INVENTAIRE DES INDICES THERMOMINERAUX DU DEPARTEMENT DE LA LOIRE.

Dossier de demande d'autorisation d'exploitation de l'eau minérale du captage Geyser 4 à Montrond-les-Bains (pièces 1, 2, 3, 4a)

Dossier de demande d'autorisation de la nouvelle ressource thermale à Montrond-les-Bains (pièces a, b, c, d, e et f)

RAPPORT DRIRE DE L'INGENIEUR DE L'INDUSTRIE ET DES MINES, 16/06/94 (pour l'autorisation d'exploitation et de transport du mélange Geyser 4 et Geyser Détente)

BRGM, 1979 – Action concernée sur la Loire et l'Allier – Synthèse des données existantes – Région Rhône-Alpes – Département de la Loire. - BRGM/RR-10713-FR

BRGM, 1987- Commune de Montrond-les-Bains (42) – Source thermo-minérale Geyser 4 – Diagnostic relatif à la pérennité et à l'augmentation de la ressource en eau - BRGM/RR-18242-FR, 87 SGN 322 RHA

BRGM, 1988 – Réalisation d'un forage thermal à Montrond-les-Bains – Compte-rendu des travaux Premiers résultats - BRGM/RR-17221-FR, 88 SGN 932 RHA.

BRGM, 1988 - Réalisation d'un forage thermal à Montrond-les-Bains – Résultats du pompage de longue durée - BRGM/RR-17221-FR, 89 SGN 440 RHA

DAVOINE P., 1990 - Rapport géologique relatif à la définition des périmètres de protection de la source Cristal

BRGM, 1990 - Commune de Montrond-les-Bains (42) — Evolution naturelle de l'eau du nouveau forage thermal — Optimisation de son exploitation - BRGM/RR-30771-FR

BRGM, avril 1991 - Réhabilitation du forage Geyser 4, R32636.RHA.4S/91

BRGM, 1993 - Forage de reconnaissance des Rotys – Compte-rendu des travaux de forage et des pompages d'essai de courte durée – N 0599 RHA 4S 93

BRGM, 1993 - Commune de Montrond-les-Bains (42) - Source Cristal - Audit sur la pollution par trichloréthylène - BRGM/RN-00214-FR

ANTEA, août 1995 – Dossier de demande d'autorisation des forages Geyser 4 et Geyser Détente – Complément de dossier technique – A 03695

ANTEA, juin 1996 - Forage Geyser 4 - Expertise géologique – A 05575

HYDRO INVEST, août 1997 - Forage Cristal - Documentation disponible de 1906 à 1997

HYDRO INVEST, août 1997 - Forage Geyser 4- Documentation disponible de 1880 à 1997

HYDRO INVEST, août 1997 - Forage Geyser 4- Synthèse chronologique des connaissances

HYDRO INVEST, nov.1997 – Diagnostic du site thermal de Montrond : résultats (réunion du 04/12/1997) - HI 98010112

HYDRO INVEST, nov.1997 - Forage de Jouvence - Diagnostic - HI 98010128

HYDRO INVEST, nov.1997 - Forage de Clos Borie - Diagnostic - HI 98010128 A

HYDRO INVEST, nov.1997 - Forage de Geyser 4 – Instrumentation et Diagnostic - HI 98010128 B

HYDRO INVEST – Descriptif des travaux prévus pour l'amélioration des conditions d'exploitation du forage Geyser 4, mission du mars 1998.

HYDRO INVEST, août 1998 – Etude sur les conditions d'amélioration de Geyser 4 et d'un programme d'action prévisionnel, HI M A 1689

HYDRO INVEST – Résumé des conditions actuelles d'exploitation et d'autorisations, mission du 29/10/98 , HI 98110053

HYDRO INVEST, février 1999 – Site de Montrond-les-Bains - Dossier de demande d'autorisation – HI 99020165

HYDRO INVEST, sept 2000 - Projet de recherche et développement, site hydrothermal de Montrond-les-Bains, HI C-2877C

HYDRO INVEST, sept 2000 - Bac à sable - Situation au 20/07/2000 et proposition de recherche bibliographique, HI C-2877D

HYDRO INVEST, sept 2000 - Forage Détente - Etat des connaissances, HI C-2877B

HYDRO INVEST, sept 2000 - Forage Cristal - Etat des connaissances, HI C-2877A

HYDRO INVEST, sept 2000 - Suivi des aquifères – Rapport de télégestion 1999-2000 - HI C-2877E

HYDRO INVEST, juin 2001 - Forage Cristal – Recherche d'interconnexion hydraulique entre les forages Cristal et Geyser 4 - HI 2001060282

HYDRO INVEST, nov. 2002 - Etude et suivi hydrogéologique période 2000/2002, station thermale de Montrond, HI 20021127NF