

Ressource en eau thermique des Thermes de Vernet-Les-Bains Etat des lieux

Rapport final

BRGM/RP-59182-FR
Décembre 2010



Ressource en eau thermale des Thermes de Vernet-Les-Bains Etat des lieux

Rapport final

BRGM/RP-59182-FR
Décembre 2010

Rapport réalisé dans le cadre du projet
de Service Public du BRGM PSP10LRO30

V. Petit, E. Le Goff
Avec la collaboration de
N. Brisset

Vérificateur :

Nom : Philippe Vigouroux

Approbateur :

Nom : Marc Audibert

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Vernet-Les-Bains, eau thermale, ressource, qualité, protection, exploitation

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Petit V., Le Goff E. avec la collaboration de N. Brisset (2010) - Ressource en eau thermale des Thermes de Vernet-Les-Bains – État des lieux (Pyrénées Orientales). BRGM/RP-59182-FR, 73 p., 20 ill., 5 ann.

Synthèse

L'analyse de la ressource en eau minérale de la station thermale de Vernet-Les-Bains s'inscrit dans le cadre du programme régional « **Qualité de la ressource en eau thermale des stations du Languedoc-Roussillon** ». Ce programme, mené sur la période 2010 à 2012, est cofinancé par l'Union Européenne (FEDER), la Région Languedoc-Roussillon, le Conseil Général des Pyrénées Orientales et des autres départements de la région ainsi que le BRGM. Il est mené en partenariat avec la Fédération Thermale et Climatique Languedoc-Roussillon (FTCLR).

L'état des lieux réalisé pour la station de Vernet-Les-Bains permet de préciser les points principaux suivants :

- concernant les **connaissances** du **gisement** et du système hydrothermal, les données disponibles permettent d'apprécier de manière assez précise les grandes lignes du circuit de l'eau thermale ;
- concernant la **connaissance du fluide thermal**, les données disponibles (physico-chimiques et isotopiques) autorisent une vision appréciable du secteur d'alimentation du gisement thermal et de la zone de transit en profondeur ;
- concernant les **conditions d'exploitation** de la ressource, les données ne permettent pas de statuer sur un fonctionnement somme toute très empirique de l'exploitation actuelle ne permet pas de définir les limites d'exploitation des ouvrages et de préciser des alertes pour pallier d'éventuels désordres ;
- concernant la **sécurité d'approvisionnement** du site thermal, elle est toute relative. Le site est en effet alimenté par un secteur d'émergence unique. Il n'existe pas de secteur d'approvisionnement indépendant du secteur exploité ;
- concernant le **suivi d'exploitation** de la ressource, le manque de suivi en continu de la ressource ne permet pas de disposer du recul nécessaire pour juger du bon fonctionnement de l'exploitation ;
- concernant le **contexte environnemental** du site, compte tenu d'un impluvium, situé en zone montagneuse sauvage et de l'absence d'activité industrielle sur la commune, il peut être considéré comme favorable. Une surveillance du site reste cependant de rigueur pour éviter tout désordre ;
- concernant le cadre **réglementaire** d'exploitation de la ressource, les Thermes de Vernet-les-Bains bénéficient d'un droit sur toutes les ressources thermales situées sur la commune de Vernet-les-Bains (cas unique en France).

À **court terme** les pistes de progrès en matière de qualité de la ressource en eau thermale de Vernet-Les-Bains sont :

- mise en place d'un suivi de l'exploitation correspondant aux règles de l'art ;
- caractérisation technique et hydraulique des 3 ouvrages exploités.

À **moyen terme** les pistes de progrès à suivre sont :

- Etude d'implantation et réalisation d'un forage de secours.

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. CADRE DU PROGRAMME REGIONAL THERMALISME.....	9
1.2. MODALITES D'INTERVENTION.....	9
2. La station thermale de Vernet-les-Bains	11
2.1. CONTEXTE GENERAL DU SECTEUR DE VERNET-LES-BAINS	11
2.1.1. Contexte géographique	11
2.1.2. Contexte climatique	13
2.2. L'ACTIVITE THERMALE DE LA STATION	16
2.2.1. Historique des activités thermales	16
2.2.2. Nature de l'activité thermale	16
2.2.3. Importance de l'activité thermale	16
3. La ressource en eau thermale des Thermes de Vernet-Les-Bains	19
3.1. APPROCHE THEORIQUE DE LA NOTION DE GISEMENT	19
3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	21
3.2.1. Contexte géologique régional.....	21
3.2.2. Reconstitution géologique des Pyrénées Orientales.....	22
3.2.3. Contexte géologique local	23
3.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE : LE GISEMENT DE VERNET-LES-BAINS.....	26
3.3.1. Aire d'alimentation et circulation de l'eau "per descensum" :	27
3.3.2. Stockage de l'eau dans le réservoir en profondeur :	28
3.3.3. Circulation de l'eau "per ascensum" :	28
3.3.4. Mélange de l'eau dans les réservoirs de surface :	29
3.4. LE FLUIDE THERMAL.....	29
3.4.1. Caractérisation physico-chimique de la ressource	32
3.4.2. Caractérisation isotopique de la ressource	36
3.5. LA MISE EN PRODUCTION – LES EQUIPEMENTS.....	36
3.5.1. Les captages abandonnés	36
3.5.2. Les équipements de production et de suivi de la ressource.....	37
3.5.3. Les conditions de transport, stockage et maintenance	39

3.5.4. La relation ressources / besoins	40
3.6. LE SUIVI D'EXPLOITATION – LA MAINTENANCE.....	41
3.6.1. Les données du suivi d'exploitation.....	41
3.6.2. Dispositif de maintenance	42
3.7. LE CADRE REGLEMENTAIRE.....	42
3.7.1. Les autorisations existantes.....	42
3.7.2. Les procédures en cours.....	44
4. Conclusion.....	45
4.1. LA SITUATION ACTUELLE DE LA RESSOURCE THERMALE.....	45
4.2. LES PISTES DE PROGRES A COURT ET MOYEN TERME	46

Liste des illustrations

Illustration 1 : La station thermale de Vernet-les-Bains et les autres sites d'exploitation d'eau thermale de la région Languedoc-Roussillon	11
Illustration 2 : Panorama de Vernet-les-Bains	12
Illustration 3 : Contexte géologique régional de Vernet-Les-Bains.....	12
Illustration 4 : Plan de situation des stations météorologiques	13
Illustration 5 : Moyenne mensuelle des températures sur le poste météorologique de Vernet-les-Bains pour la période 1999 à 2009 – Données Météo- France	14
Illustration 6 : Cumul annuel des sur les postes météorologiques de Vernet-les-Bains et de Py pour la période 1999 à 2009 – Données Météo-France	15
Illustration 7 : Moyenne mensuelle des précipitations sur les postes météorologiques de Vernet-les-Bains et de Py pour la période 1999 à 2009 – Données Météo-France	15
Illustration 8 : Evolution de la fréquentation thermale à Vernet-les-Bains	17
Illustration 9 : Schéma de principe du circuit hydrothermal	20
Illustration 10 : Situation des principales sources thermales	21
Illustration 11 : Contexte géologique local	24
Illustration 12 : Modèles géologiques du Massif du Canigou.....	25
Illustration 13 : Secteur d'altitude supérieure à 1 800 m NGF	27
Illustration 14 : Coupe géologique NS passant par Vernet-les-Bains et circuit des eaux	28
Illustration 15 : Plan de situation des sources (Extrait du rapport BRGM 84 LRO 546 PR) et des forages	31

Illustration 16 : Chroniques des valeurs de température.....	33
Illustration 17 : Chroniques des valeurs de conductivité	34
Illustration 18 : Chroniques des valeurs de sulfures.....	35
Illustration 19 : Composition chimique et isotopique des eaux minérales de Vernet-les-Bains. Extrait de Krimissa (1994)	36
Illustration 20 : Échangeur à plaques	40

Liste des annexes

Annexe 1 Eléments de bibliographie.....	47
Annexe 2 Données météorologiques	51
Annexe 3 Coupes des forages	55
Annexe 4 Données Extraits de l'acte de vente du 1er octobre 1959	61
Annexe 5 Arrêté du 15 mai 1996.....	65

1. Introduction

1.1. CADRE DU PROGRAMME REGIONAL THERMALISME

L'analyse de la ressource en eau thermale de la station de Vernet-Les-Bains s'inscrit dans le cadre du programme régional thermalisme intitulé « **Qualité de la ressource en eau thermale des stations du Languedoc-Roussillon** ». Ce programme, mené sur la période 2010 à 2012, est cofinancé par l'Union Européenne (FEDER), la Région Languedoc-Roussillon, le Conseil Général des Pyrénées Orientales et le BRGM. Il est mené en partenariat avec la Fédération Thermale et Climatique Languedoc-Roussillon (FTCLR).

Le programme est conduit par le Service Géologique Régional Languedoc-Roussillon, dans le cadre des missions de service public du BRGM (projet PSP10LRO30). Il concerne les 13 stations thermales de la région (Cf. Illustration 1). L'équipe de projet BRGM est chargée, notamment, dans le cadre du programme, de réaliser un état des lieux sur la ressource thermale des sites qui le souhaitent. Le présent rapport correspond à l'état des lieux de la ressource en eau thermale de Vernet-Les-Bains.

Le programme régional est axé autour des principaux thèmes suivants :

- sensibilisation des acteurs du thermalisme à la démarche qualité appliqué à la ressource ;
- caractérisation des situations d'exploitation (état des lieux) ;
- assistance technique à la mise en œuvre et au soutien des actions qualité.

1.2. MODALITES D'INTERVENTION

Le programme régional thermalisme Languedoc-Roussillon a été initié en 2010, après signature des conventions de cofinancement entre le BRGM et l'Union Européenne d'une part (FEDER), et des conventions de partenariat avec la Région Languedoc-Roussillon et les Conseils Généraux des départements du Languedoc-Roussillon d'autre part.

Le programme intègre des actions d'information et de sensibilisation à la démarche qualité sur la ressource thermale. L'équipe de projet BRGM a pour mission, en outre, d'apporter, à la demande, l'**assistance technique** sollicitée par les sites thermaux sur les problématiques liées à leur ressource.

La première étape du programme concerne la réalisation, pour chaque station thermale, d'un **état des lieux** critique des connaissances sur les gisements d'eau minérale et sur leurs exploitations. Les états des lieux sont établis dans le cadre d'une approche consensuelle avec les stations thermales. Le présent rapport concerne l'état des lieux réalisé pour la station thermale de Vernet-Les-Bains.

Pour les chroniques de données compilées, la période de référence retenue a été étendue, dans toute la mesure du possible, à la dernière décennie soit la période 1999-2009.

Au-delà de l'analyse critique des données, l'expertise apportée à chaque site thermal a pour finalité d'apprécier, de manière prospective et en cohérence avec l'existant, les pistes de progrès à soutenir pour améliorer la qualité de la ressource thermale.

Les moyens mis en œuvre pour établir l'état des lieux de la station thermale de Vernet-les-Bains ont été les suivants :

- recherche bibliographique aussi exhaustive que possible à partir de nombreuses sources d'informations et de documentation (site thermal de Vernet-les-Bains, ARS, BRGM, ingénierie, bibliothèques universitaires et scientifiques, etc.). L'annexe 1 présente les principaux éléments bibliographiques compilés ;
- analyse critique des informations disponibles et exploitation de la documentation existante ;
- visite du site thermal concerné, et observations de terrain ;
- réunions et discussions avec les responsables en charge du fonctionnement des Thermes de Vernet-Les-Bains et les responsables de la mairie de Vernet-Les-Bains. Le présent rapport est édité dans le cadre d'une approche consensuelle avec ses responsables, qui sont remerciés pour leur collaboration avec l'équipe de projet BRGM ;
- rédaction d'un rapport, incluant la formulation de recommandations et la proposition de pistes de progrès.

2. La station thermale de Vernet-les-Bains

2.1. CONTEXTE GENERAL DU SECTEUR DE VERNET-LES-BAINS

2.1.1. Contexte géographique

Située dans le département des Pyrénées-Orientales, la commune de Vernet-les-Bains se trouve à 55 km de Perpignan (Illustration 1), au cœur d'une petite région appelée "Conflent". Ce territoire borde la Plaine du Roussillon et les reliefs des Pyrénées.

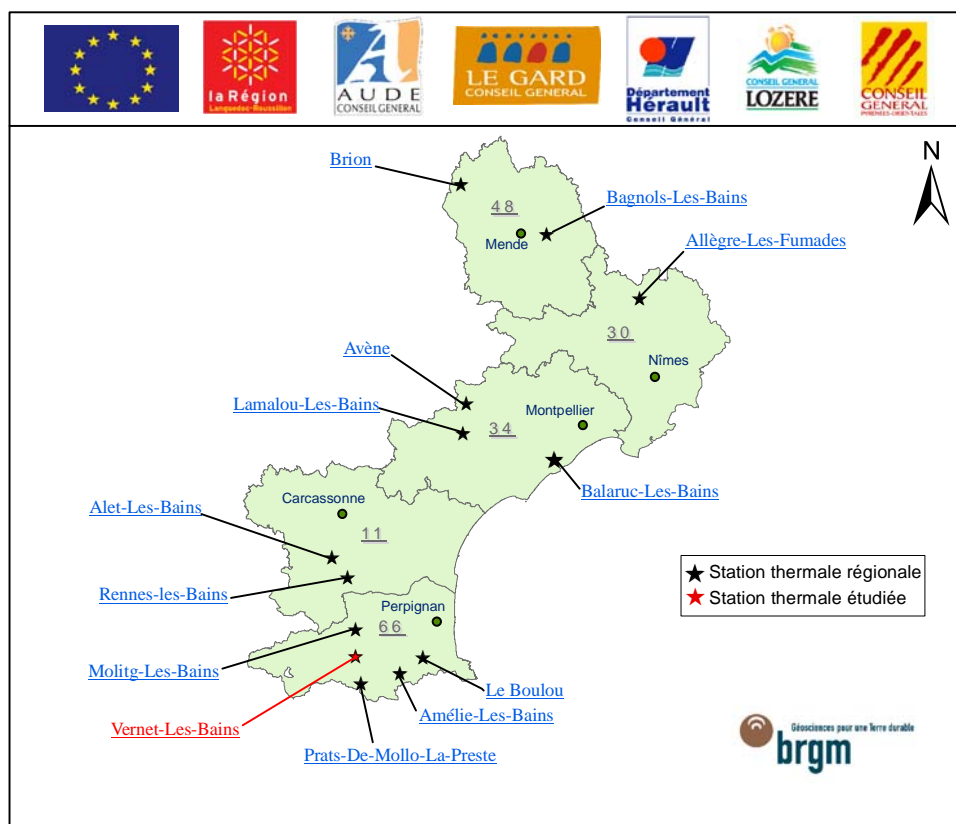


Illustration 1 : La station thermale de Vernet-les-Bains et les autres sites d'exploitation d'eau thermale de la région Languedoc-Roussillon

L'agglomération de Vernet-les-Bains se situe à une dizaine de kilomètres au NW du Pic du Canigou, sur la bordure septentrionale du massif métamorphique du Canigou, du Carança et du Puigmal (Illustration 2 et Illustration 3). Vernet-les-Bains est traversé par la rivière Cady qui rejoint la Têt à Villefranche-de-Conflent.

La commune de Vernet-les-Bains s'étend sur 16.5 km² ; l'altitude moyenne du village est de 690 m NGF. Le recensement de 2006 indique 1 570 habitants à Vernet-les-Bains.



Illustration 2 : Panorama de Vernet-les-Bains

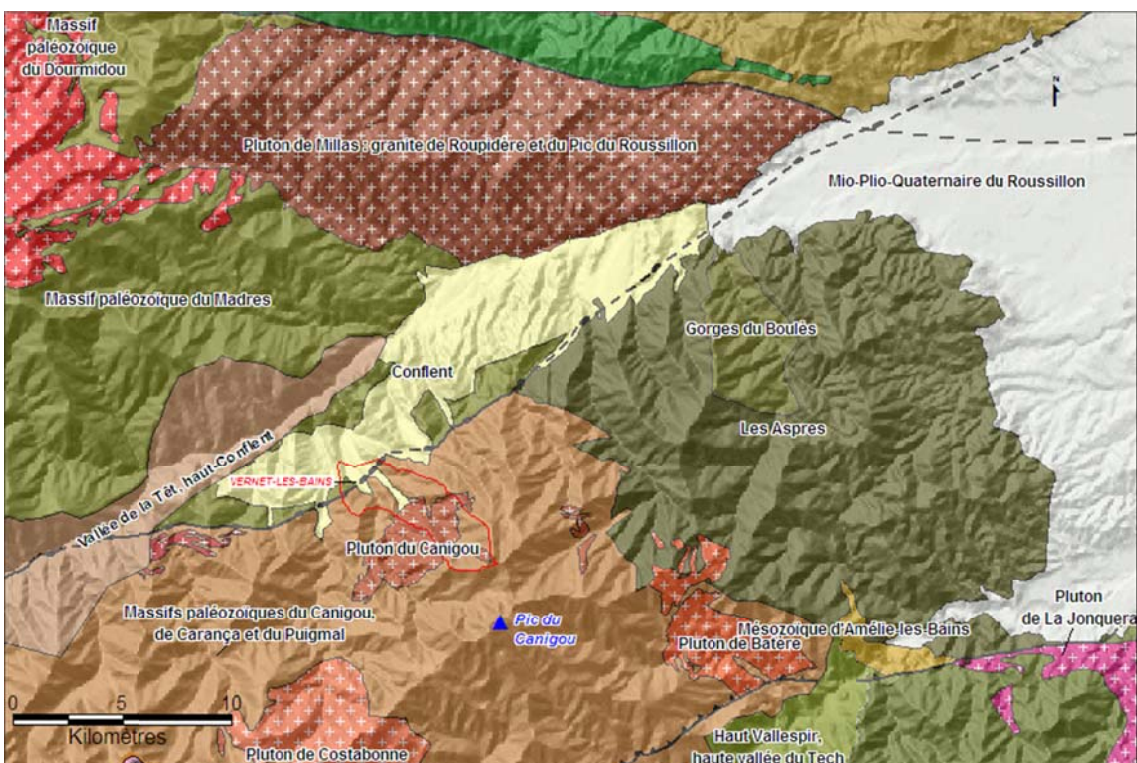


Illustration 3 : Contexte géologique régional de Vernet-Les-Bains

2.1.2. Contexte climatique

Trois stations météorologiques fonctionnent actuellement (Vernet-les-Bains, Codalet et Py). Celle de Vernet-les-Bains est une station automatique, les deux autres sont des stations manuelles. Les données utilisées pour caractériser le climat sont celles de Vernet-les-Bains et de Py (Illustration 4).

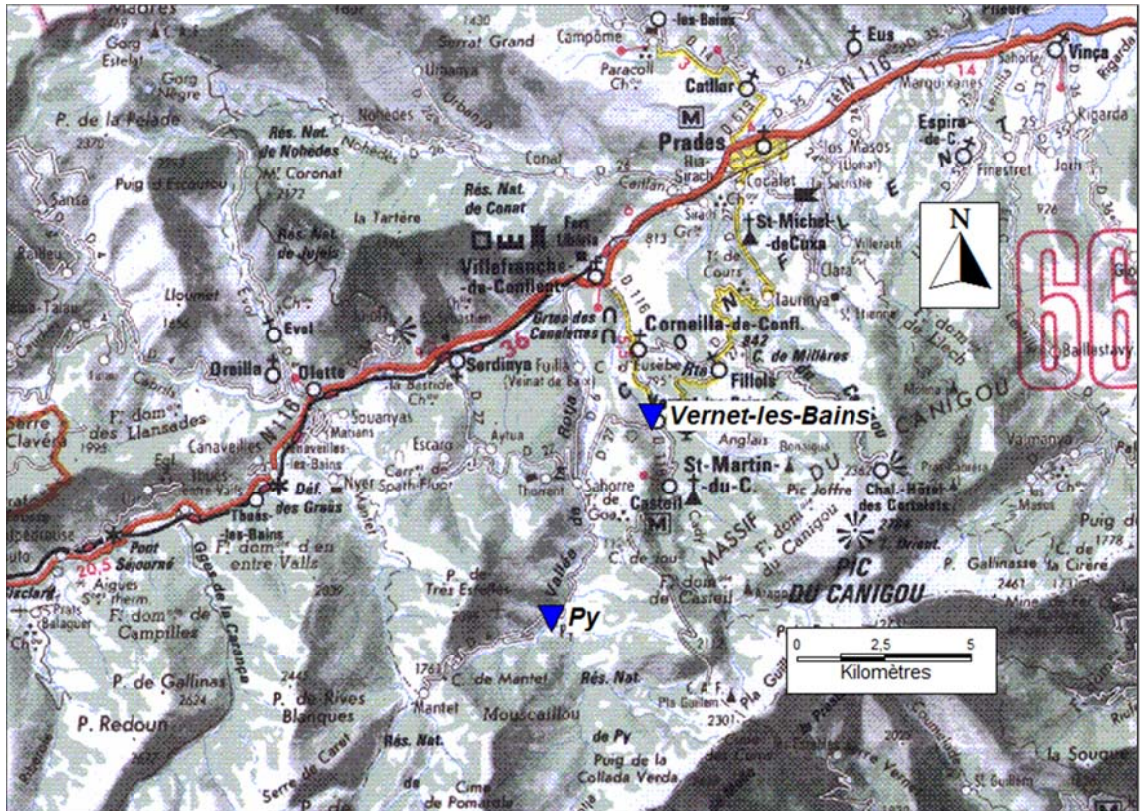


Illustration 4 : Plan de situation des stations météorologiques

La description du climat est extraite du livre de Puig C. (Vernet-les-Bains au cœur du Canigou).

Le climat est celui d'une zone de transition où s'expriment les influences d'un climat de type méditerranéen à moyenne altitude et de type montagnard avec des pluies convectives importantes, tout en demeurant à l'abri des perturbations d'origine océanique. La ville de Vernet-les-Bains bénéficie d'un climat plutôt clément et agréable. La température moyenne annuelle est de 12°C, 17 °C pour les périodes estivales et 7 °C pour les périodes hivernales alors que sur les hauteurs, la moyenne annuelle n'est plus que de 4 °C avec une forte amplitude entre l'hiver et l'été, générant un climat plutôt rigoureux sur les sommets (Illustration 5).

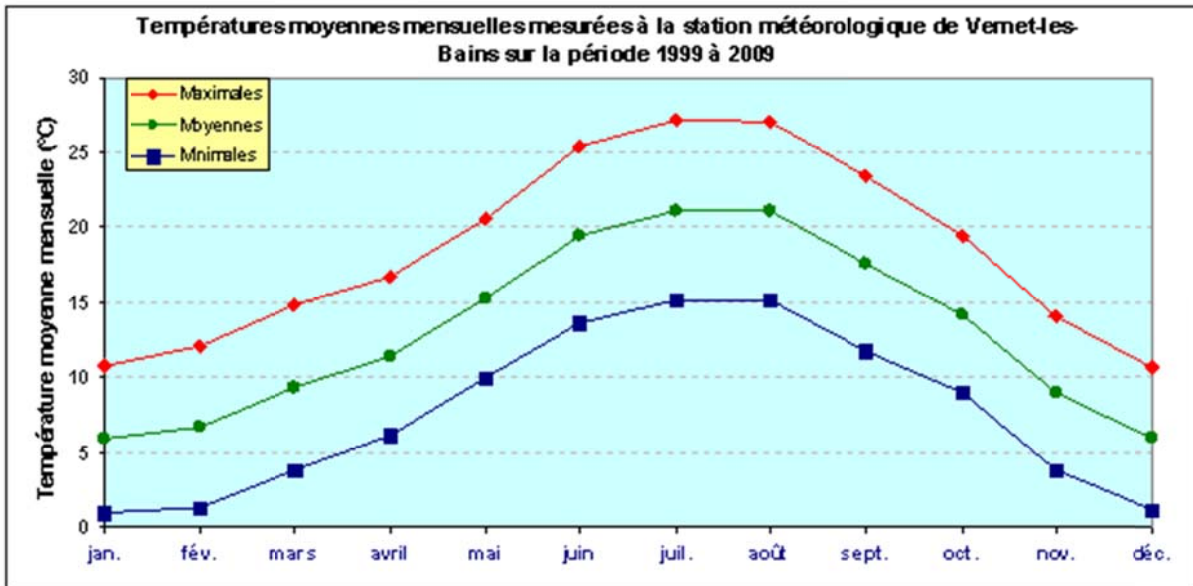


Illustration 5 : Moyenne mensuelle des températures sur le poste météorologique de Vernet-les-Bains pour la période 1999 à 2009 – Données Météo-France

La pluviosité moyenne se situe autour de 630 mm/an (Illustration 6 et Illustration 7). Les pluies se concentrent surtout à la fin du printemps et en début d'automne. Elles sont brusques et rapides, orageuses pendant l'été. Enfin, les chutes de neige sont intermittentes de novembre à avril et restent variables selon les années. Fait assez rare dans les Pyrénées-Orientales, le vent épargne Vernet-les-Bains et la proximité des hauts sommets protège le fond des vallées.

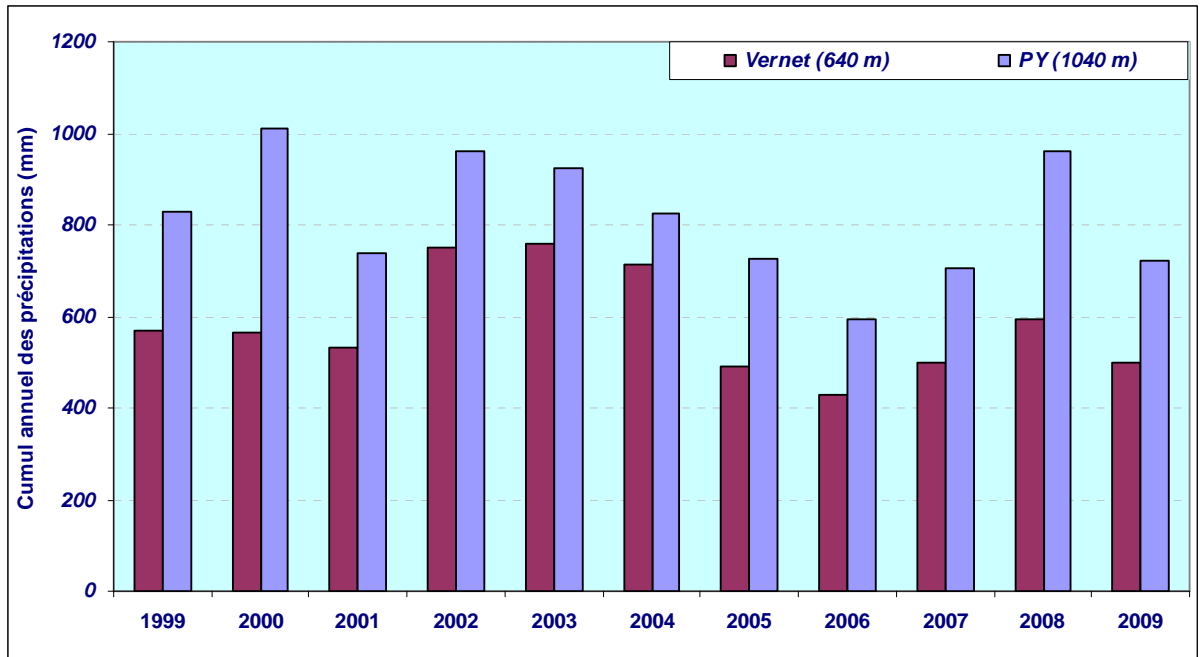


Illustration 6 : Cumul annuel des sur les postes météorologiques de Vernet-les-Bains et de Py pour la période 1999 à 2009 – Données Météo-France

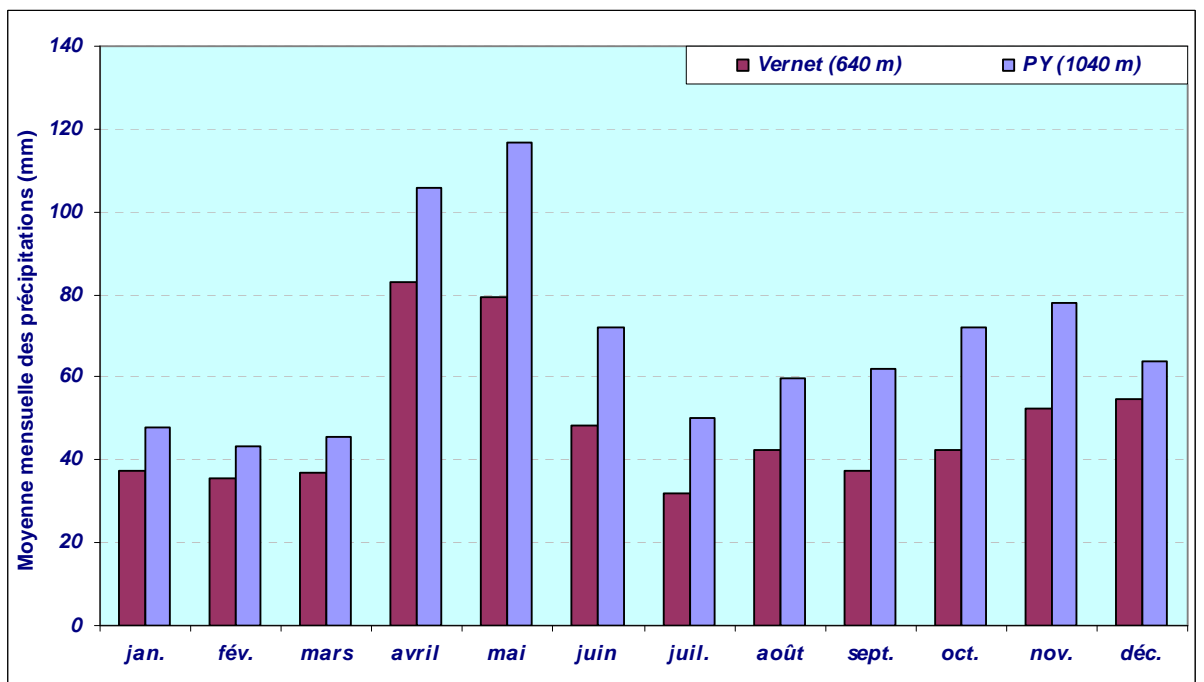


Illustration 7 : Moyenne mensuelle des précipitations sur les postes météorologiques de Vernet-les-Bains et de Py pour la période 1999 à 2009 – Données Météo-France

2.2. L'ACTIVITE THERMALE DE LA STATION

2.2.1. Historique des activités thermales¹

Les origines du thermalisme à Vernet-les-Bains sont anciennes : le premier document signalant la présence d'eaux chaudes date de 1139. On trouve ensuite des documents attestant une activité liée aux sources chaudes (1262, 1377, 1698 : construction d'un établissement thermal par l'abbaye de Saint-Martin-du-Canigou, 1756 : éloge de Vernet par le médecin de Louis XV qui décrit pour la première fois les eaux thermales de Vernet). Les trente premières années du XIX^e siècle marque un fort développement de l'activité avec la découverte de nouvelles sources, la construction d'hôtels, une clientèle étrangère. En 1845, on dénombre 300 curistes accompagnés de leur famille.

La seconde guerre mondiale et la crue catastrophique du Cady du 16 au 20 octobre 1940 porte atteinte gravement à la station.

Actuellement, les Thermes sont gérés par la SA SODEXO.

2.2.2. Nature de l'activité thermale

L'activité thermale est spécialisée dans le traitement des voies respiratoires et des maladies rhumatismales. La haute saison se situe entre mars et novembre, avec une pointe d'activité toute particulière entre septembre et novembre.

2.2.3. Importance de l'activité thermale

Actuellement, on compte environ 3000 curistes par an (Illustration 8).

¹ d'après le livre de C. Puig et al. (Vernet-les-Bains au cœur du Canigou)

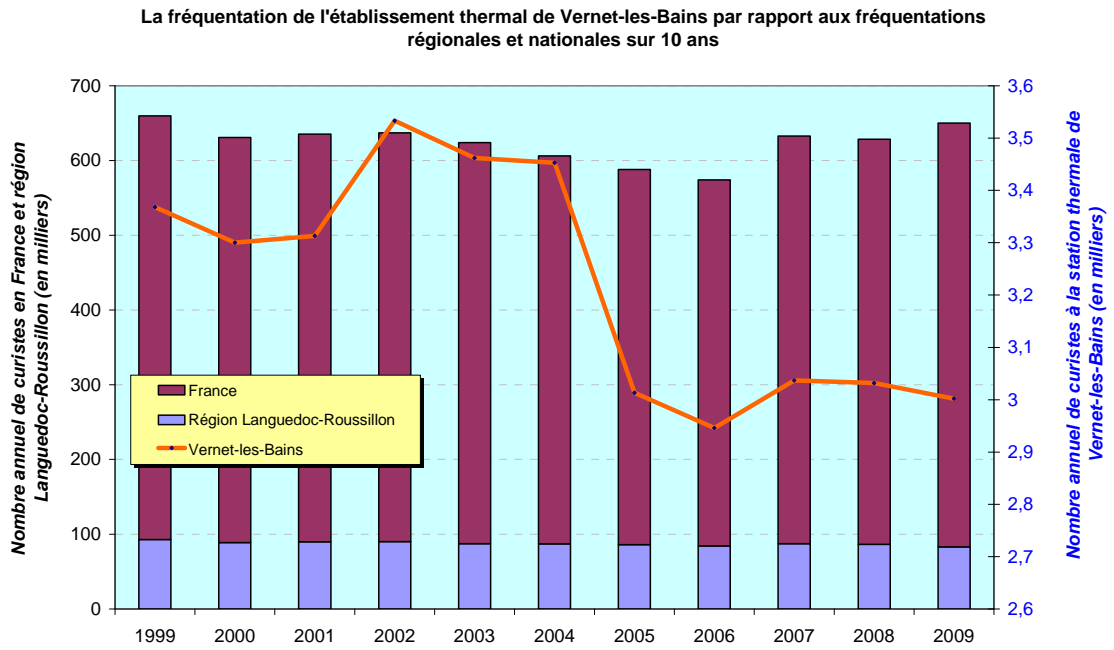


Illustration 8 : Evolution de la fréquentation thermique à Vernet-les-Bains

3. La ressource en eau thermale des Thermes de Vernet-Les-Bains

3.1. APPROCHE THEORIQUE DE LA NOTION DE GISEMENT

Le gisement d'eau minérale est l'ensemble de la structure géologique souterraine depuis la zone d'alimentation et jusqu'à la zone d'émergence, située au droit d'une zone géographique bien déterminée. On peut distinguer ainsi (Illustration 9) :

- une **aire d'alimentation** avec infiltration des eaux de pluie. Il est maintenant reconnu que toutes les eaux minérales françaises ont une origine météorique et non juvénile (Blavoux, 1995) ;
- un **réseau d'infiltration et un réservoir en profondeur**. Le réseau d'infiltration à travers lequel l'eau descend et se réchauffe, est vaste en volume mais à vitesse d'écoulement lente. La Terre produit en effet de la chaleur selon un flux correspondant à la désintégration des radionucléides présents dans la croûte terrestre, de 1 à 2 microcalories par seconde et par centimètre carré. Cette valeur est la moyenne pour le globe, elle peut être localement plus forte du fait de l'activité magmatique actuelle ou récente. Le gradient géothermique qui traduit ce flux est de l'ordre de **+3°C/100 m** en moyenne. Lors de ce transit en profondeur, l'eau acquiert également sa **minéralisation**, qui va dépendre de multiples paramètres : conditions de température et de pression, nature des roches traversées, temps de contact, état d'équilibre de l'eau vis-à-vis des minéraux (sous-saturation, équilibre, sur-saturation, etc.) ;
- un axe de collecte agissant en drain et permettant la **remontée** de l'eau minérale. Selon la vitesse de remontée, les échanges avec le terrain encaissant sont variables, mais le constat a été souvent fait que les pertes sont faibles et le régime stationnaire, ce qui a conduit le législateur à prendre en compte la stabilité en température comme une caractéristique essentielle des eaux minérales naturelles (Pouchan, 1995).

Durant la phase de remontée, l'eau minérale est le siège de phénomènes physico-chimiques qui vont modifier son état initial (Gadalia, 1995) :

- baisse de pression qui va conduire à la détente de gaz, certains inertes du point de vue chimique (gaz rares, azote N₂), et d'autres comme le gaz carbonique CO₂ ou le sulfure d'hydrogène H₂S, qui vont modifier les équilibres acido-basiques et/ou d'oxydoréduction ;
- oxydation, lors du contact avec l'atmosphère à l'émergence, ou par mélange avec des eaux superficielles plus riches en oxygène dissous ;
- variations de températures, qui affectent les équilibres chimiques ;
- dissolution/précipitation de phases minérales, qui peuvent avoir plusieurs origines : l'eau profonde peut rencontrer en ascension des associations minérales nouvelles vis-à-vis desquelles elle sera sur- ou sous-saturée, le dégazage de CO₂ entraîne

généralement une précipitation de carbonates, la baisse de température favorise les dépôts de silice, etc. ;

- mélange avec des eaux plus superficielles.

Pour être complète, la connaissance d'un gisement d'eau minérale doit donc englober celle de l'origine de l'eau et de sa minéralisation en profondeur, et celle de son parcours depuis les parties profondes jusqu'à l'émergence.

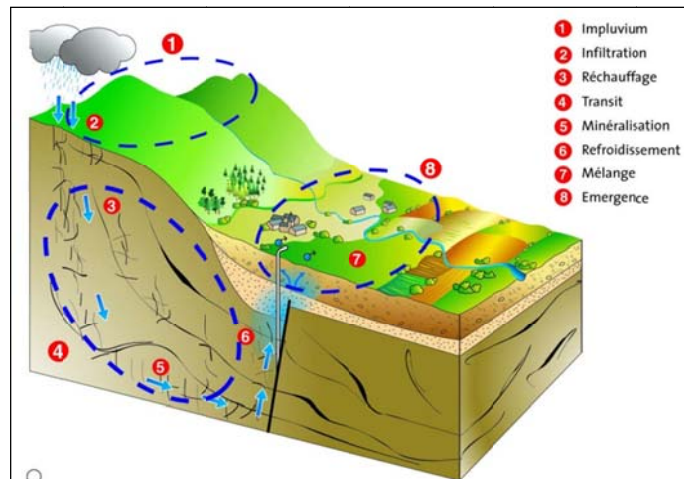


Illustration 9 : Schéma de principe du circuit hydrothermal

L'**âge de l'eau** est défini comme le temps de transit entre la zone d'infiltration des pluies et l'émergence.

L'émergence thermominérale est un point sur la surface du sol qui correspond à un axe mettant en relation les horizons géologiques profonds et la surface. Soumises à de fortes températures et pressions dans le réservoir géothermal, les eaux remontent des profondeurs à la faveur d'un axe par phénomène d'advection sous conditions thermo-artésiennes (Raymahashay, 1996). La possibilité de montée rapide et d'émergence de l'eau implique la présence d'un **axe de fracturation ouverte**, le plus souvent lié à l'intersection d'au moins deux plans de faille.

La détermination de la **température à l'origine**, c'est-à-dire celle de l'aquifère profond faisant office de réservoir géothermal, a fait l'objet ces dernières années de recherches plus poussées notamment dans le domaine de la géochimie. Elles ont permis la mise en œuvre de « géothermomètres » (Pouchan, 1995), dont le principe fondamental est basé sur la dépendance de la solubilité des minéraux (et donc en conséquence des équilibres chimiques eau/roche encaissante) avec la température. Les teneurs en certains éléments chimiques des eaux thermales à l'émergence permettent alors, moyennant certaines hypothèses, d'estimer la température maximale atteinte en profondeur.

La ressource thermique de Vernet-les-Bains sera décrite sur le plan géologique, puis hydrogéologique.

3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.2.1. Contexte géologique régional

Du Sud au Nord, les Pyrénées sont subdivisées en trois unités structurales : la zone Sud-Pyrénéenne (ZSP), La Haute-Chaîne Primaire Axiale, et la Zone Nord-Pyrénéenne (ZNP) (Illustration 10) :

- la Haute Chaîne Primaire forme l'ossature des actuelles Pyrénées-Orientales. A l'affleurement apparaissent le socle anté-paléozoïque et les formations paléozoïques (I) et des reliques de sa couverture mésozoïque. Elle est séparée de la Zone Nord Pyrénéenne par la faille Nord-Pyrénéenne.
- la Zone Nord-pyrénéenne (Pyrénées septentrionales) est complexe et associe des terrains anciens comparables à ceux de la Haute Chaîne, et des terrains mésozoïques plissés (II) ;
- la Zone Sud-Pyrénéenne (Pyrénées méridionales) est constituée de terrains sédimentaires plissés mésozoïques(II) et cénozoïques (III).

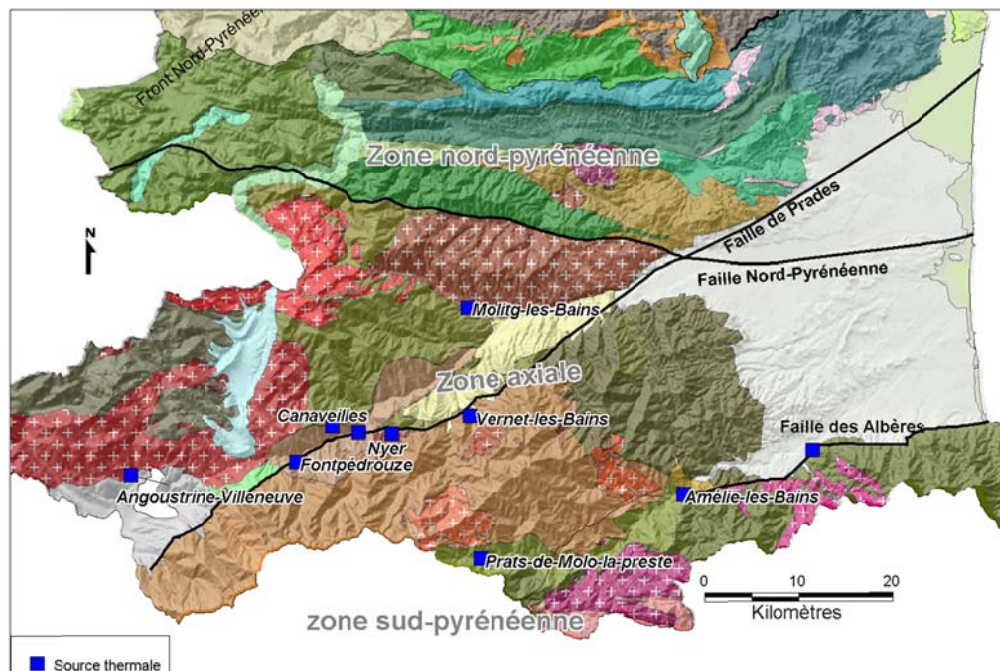


Illustration 10 : Situation des principales sources thermales

3.2.2. Reconstitution géologique des Pyrénées Orientales

Le passé géologique des Pyrénées est complexe et polyphasée. Dans les Pyrénées orientales, plusieurs évènements majeurs ponctuent quelques 550 Millions d'années (Ma) d'histoire que l'on peut scinder en 6 grandes époques.

La phase antéhercynienne – Les formations les plus anciennes reconnues dans les Pyrénées Orientales sont d'âge cambrien à silurien (540 à 410 Ma). Il s'agit pour l'essentiel de formations sédimentaires argileuses se déposant en eaux profondes. Dans la région de Vernet-les-Bains, ces formations correspondent aux micaschistes de Balagt et de Canaveilles contenant quelques passées de marbres calcaires ou dolomitiques. À partir du Dévonien (410 Ma), les formations géologiques sont essentiellement calcaires, ce qui indique une sédimentation en eau moins profonde. Ce changement de conditions de sédimentation marque le début de l'orogénèse hercynienne.

La phase hercynienne – La tectonique hercynienne dans les Pyrénées orientales débute au Viséen supérieur (environ 330 Ma) et se termine au Westphalien (315 Ma). Elle se caractérise par une intense déformation des roches et un métamorphisme associé qui permet la recristallisation des faciès sédimentaires en micaschistes. La fin de cette histoire est marquée postérieurement à la déformation par l'intrusion de granite entre 305 et 315 Ma. À la fin de cette époque se développe un accident majeur, la faille de la Têt.

La phase post-hercynienne – Au Permien (300 Ma), la mer ayant totalement disparu, se produit un phénomène d'intense érosion de la chaîne se poursuivant jusqu'au Trias inférieur (245 Ma). Puis au Mésozoïque jusqu'au Crétacé inférieur (140 Ma), se produisent des successions de régimes marins, qui conduiront à des périodes de sédimentation importantes (importants dépôts des calcaire dans l'est des Pyrénées).

La phase Pyrénéenne – A la fin du Crétacé, la plaque Ibérique se sépare de l'Europe donnant naissance au Golfe de Gascogne. Dans la zone pyrénéenne de grandes fractures de direction est-ouest se créent; elles délimitent des compartiments dont certains vont s'effondrer et dans lesquels vont s'accumuler des séries alternées de niveaux sableux et argileux très épaisses. À partir du milieu du Crétacé, la plaque Ibérique entre en collision avec la plaque européenne, ce qui provoque l'orogénèse pyrénéenne. Les terrains pyrénéens s'empilent pour donner naissance à des reliefs. Cette phase de déformation et de plissement connaîtra son apogée à l'Éocène (50 Ma).

La phase Cénozoïque – Au Néogène (25-1.8 Ma), l'histoire géologique de la chaîne pyrénéo-provençale se poursuit différemment d'Ouest en Est. À l'Ouest dans les Pyrénées centrales et occidentales, les reliefs continuent à monter et subissent des phénomènes d'érosion. À l'est, dans les Pyrénées Orientales, l'histoire est liée à celle de la méditerranée.

À partir de l'Oligocène (30 Ma), de grandes failles, telles que celle de Nîmes aux Pyrénées orientales et dans l'actuel golfe du Lion, provoquent l'affaissement des reliefs

dans la partie Est de la chaîne. Les fossés se remplissent au fur et à mesure de leur formation par accumulation de séries continentales. Les effondrements deviennent suffisamment importants pour permettre l'entrée de la Méditerranée et c'est l'ouverture du Golfe du Lion à l'Aquitainien (Miocène inférieur : 20 Ma).

Au miocène moyen (15 Ma), la plateforme marine du Golfe du Lion va s'effondrer, et les massifs bordiers comme le Canigou vont connaître une phase de surrection. Cette phase est associée à la réactivation de grandes fractures préexistantes telles que la faille de la Têt, dont les jeux verticaux sont estimés aux alentours de 2500 m.

La phase plio-quadernaire (5-0 Ma) – Elle concerne essentiellement le bassin du Roussillon, séparé des Pyrénées par un faisceau de failles des Albères Vallespir, des Corbières au nord, par le faisceau de failles de Prades, et à l'Ouest par le massif des Aspres. Les différents modèles de remplissage de ce bassin seront largement contrôlés par la variation du niveau marin aux différentes époques.

3.2.3. Contexte géologique local

La description du contexte géologique régional permet de présenter les différentes formations géologiques, leur géométrie et leur position les unes par rapport aux autres (Illustration 11).

Cette description s'appuie principalement sur des coupes d'orientation générale NS et comprend les trois étapes du circuit des eaux thermales (expliqué au § 3.2) : la zone d'infiltration, le réservoir de stockage en profondeur et enfin le circuit de la remontée des eaux vers les sources.

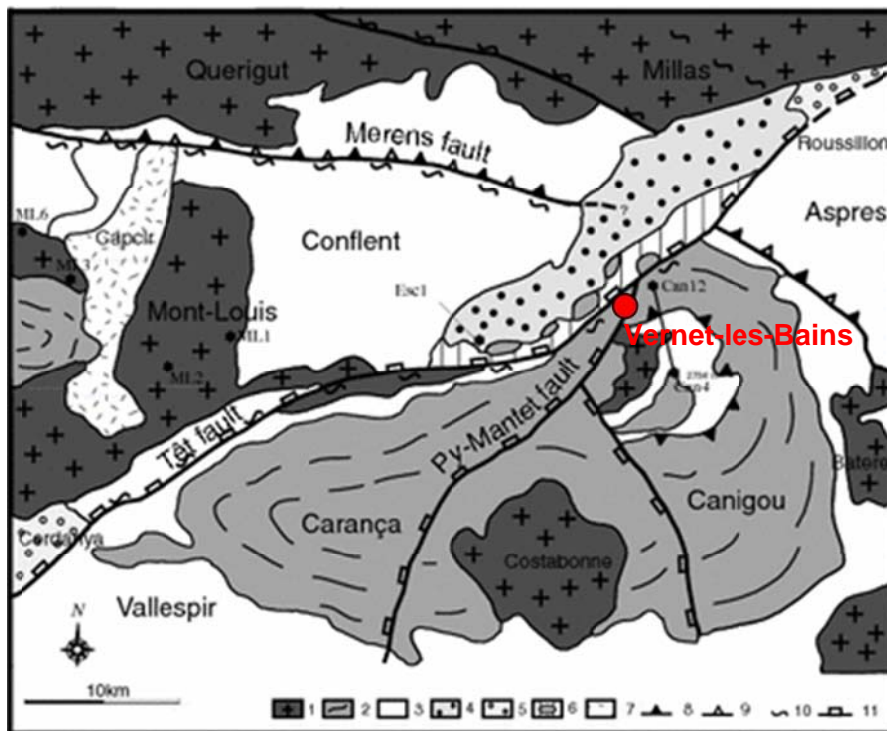


Illustration 11 : Contexte géologique local

1 : Granitoïdes hercyniens ; 2 : Gneiss paléozoïques ; 3 : Métasédiments paléozoïques ; 4 : Miocène indifférencié ; 5 : Miocène supérieur du Roussillon et de Cerdagne ; 6 : Paléozoïque ; 7 : Quaternaire glaciaire ; 8 : chevauchements alpins ; 10 : Mylonites ; 11 : faille normale oligo-miocène (Maurel et al., 2002.)

La zone d'infiltration : les orthogneiss du Canigou et de Quazemi

Le massif du Canigou est composé d'un ensemble d'orthogneiss et de gneiss dits de « transition », reposant sur des micaschistes de Balagt et surmonté par la formation de Canaveilles, d'âge fini-Protérozoïque à Cambrien inférieur. Ce massif est affecté au Carbonifère par l'évolution tectono-métamorphiques hercynienne qui le structure en dôme et est intrudé postérieurement à la déformation par des granites hercyniens. Plusieurs modèles ont été proposés pour expliquer la superposition et la géométrie de ces trois formations (Illustration 12).

(a) – Les orthogneiss représenteraient un socle cadomien recouvert en transgression par les séries paléozoïques (gneiss de transition et micaschistes de Canaveilles et de Balagt), les gneiss de transition étant interprétés comme des formations, métavolcaniques ou métasédimentaires. Dans ce modèle, les formations de Canaveilles et de Balagt sont de même âge. Lors de l'orogénèse hercynienne, le contact socle-couverture (orthogneiss-micaschistes) aurait été plissé en un large pli couché.

(b) – Le contact en orthogneiss et les micaschistes de Balagt correspondrait à un chevauchement hercynien, certains gneiss de transition étant interprétés comme des mylonites associées à ce chevauchement.

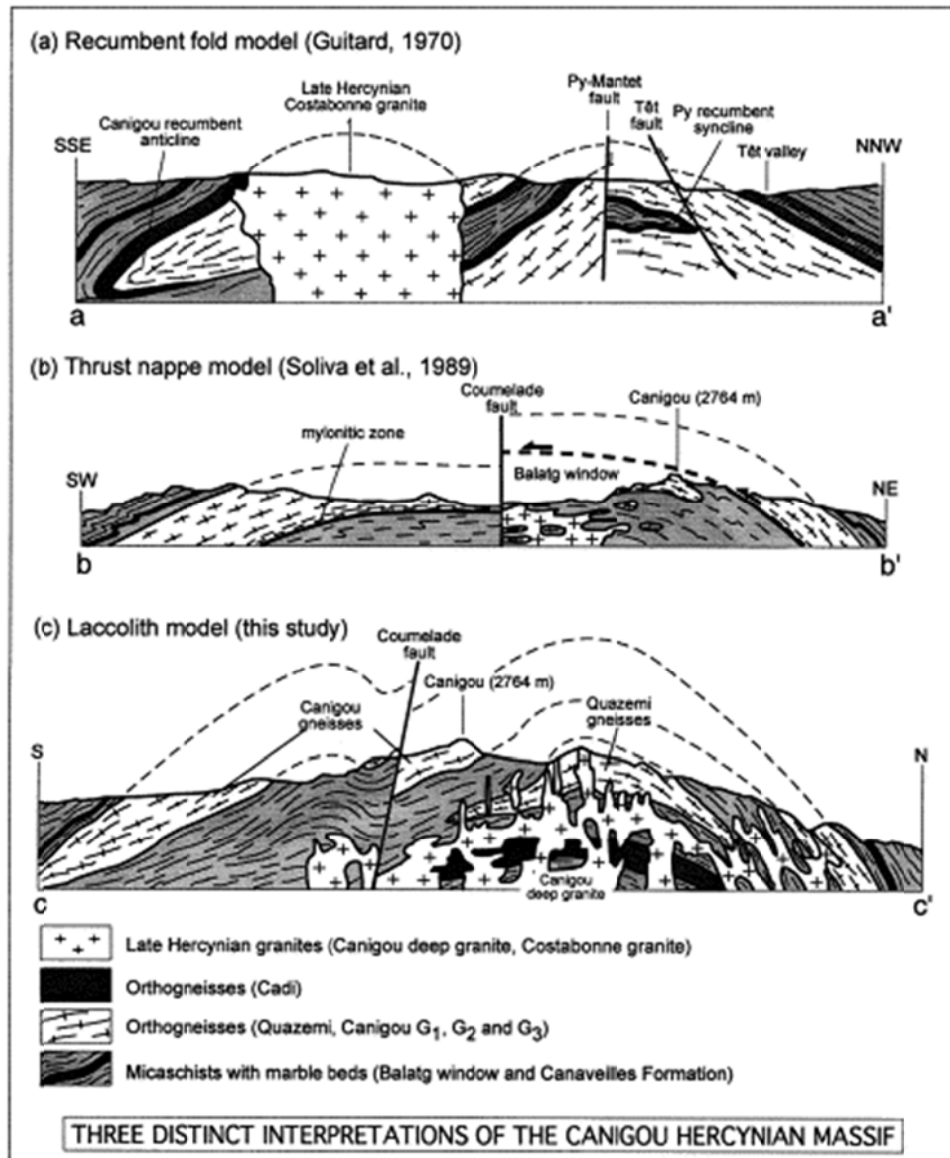


Illustration 12 : Modèles géologiques du Massif du Canigou

(c) - Des données géochronologiques récentes sur les orthogneiss de Quazemi et Canigou donnant un âge de 475 Ma (Ordovicien inférieur) contredisent les deux modèles précédents basés sur un âge cadomien pour ces orthogneiss et ont conduit Barbey et al. (2001) à proposer une nouvelle interprétation du massif du Canigou. Les orthogneiss ordovicien inférieur représentent une intrusion laccolithique (en lame) au sein des micaschistes du Cambrien inférieur. Les micaschistes de Balagt constituant

le mur de l'intrusion, représentent la partie inférieure des micaschistes cambriens, et les micaschistes de Canaveilles, la partie supérieure de cette formation.

Une coupe schématique reprenant le modèle laccolithique (C) de Barbey et al. (2001) mais orientée NW-SE et passant par Vernet-les-bains est proposée au paragraphe 3.3.

Le massif réservoir : le massif du Canigou

Le massif du Canigou constitué d'orthogneiss et de micaschistes paléozoïques pentés vers le Nord, constitue en profondeur un réservoir de grande ampleur. Les micaschistes de Balagt sont constitués de roches siliceuses mais renferment également des bancs de calcaires dolomitiques. Micaschistes et marbres sont foliées (plan préférentiel de cristallisation des phases minérales) et métamorphosées favorisant la perméabilité et la porosité de ces roches.

Les failles de la Têt et de Py-Mantet : un drain pour le mouvement des eaux « per ascensum »

Les données géochronologiques récentes indiquent que la faille de la Têt, réactivant une structure hercynienne a été particulièrement active au Crétacé (100 Ma), où le mouvement estimé le long de cette faille atteint 4 km tantôt en faille normale, tantôt en faille inverse. Elle constitue ainsi une structure majeure. Au début du tertiaire (55-60 Ma), la faille de la Têt joue en faille inverse lors de la phase compressive pyrénéenne. Enfin, entre 30 et 15 Ma, pendant l'ouverture du Golfe du Lion, la faille de Têt est réactivée en faille normale, permettant la surrection des reliefs du massif du Canigou et permettant la création de fossés d'effondrement comme ceux de Conflent où se déposent alors les produits de l'érosion. Peu de données sont disponibles sur la faille de Py-Mantet. Elle n'est associée à aucun épisode de recristallisation en climat métamorphique. Il semble qu'elle soit plus tardive et joue en faille normale au cours des derniers stades comme la faille de la Têt. Entre ces deux failles, la carte géologique indique la présence de filons de quartz de même direction que la de Py-Mantet. Il s'agit vraisemblablement de failles connexes cassantes qui peuvent également servir de drains lors de la remontée des eaux en surface.

3.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE : LE GISEMENT DE VERNET-LES-BAINS

D'après les recherches bibliographiques menées lors de cet état des lieux, le gisement thermal de Vernet-les-Bains n'a jamais fait l'objet d'une étude d'ensemble, de l'impluvium aux émergences. Les documents disponibles traitent surtout des émergences ou de Vernet-les-Bains dans le cadre d'études générales.

Parmi celles-ci, un travail sur les caractéristiques isotopiques des sources thermominérales de l'est des Pyrénées montre que les sources font partie d'un groupe homogène (Krimissa, 1994).

3.3.1. Aire d'alimentation et circulation de l'eau "per descensum" :

Les analyses isotopiques (§ 3.4.2) des eaux placent l'altitude moyenne de recharge des eaux de Vernet au-delà 1856 m NGF. À cette hauteur, les orthogneiss du Canigou et de Quazemi constituent une vaste zone d'infiltration potentielle des eaux de pluies. Ces altitudes correspondent à une aire d'alimentation dans le massif du Canigou, à plusieurs km de distance. Cette aire est une partie de la zone délimitée sur l'illustration 13.

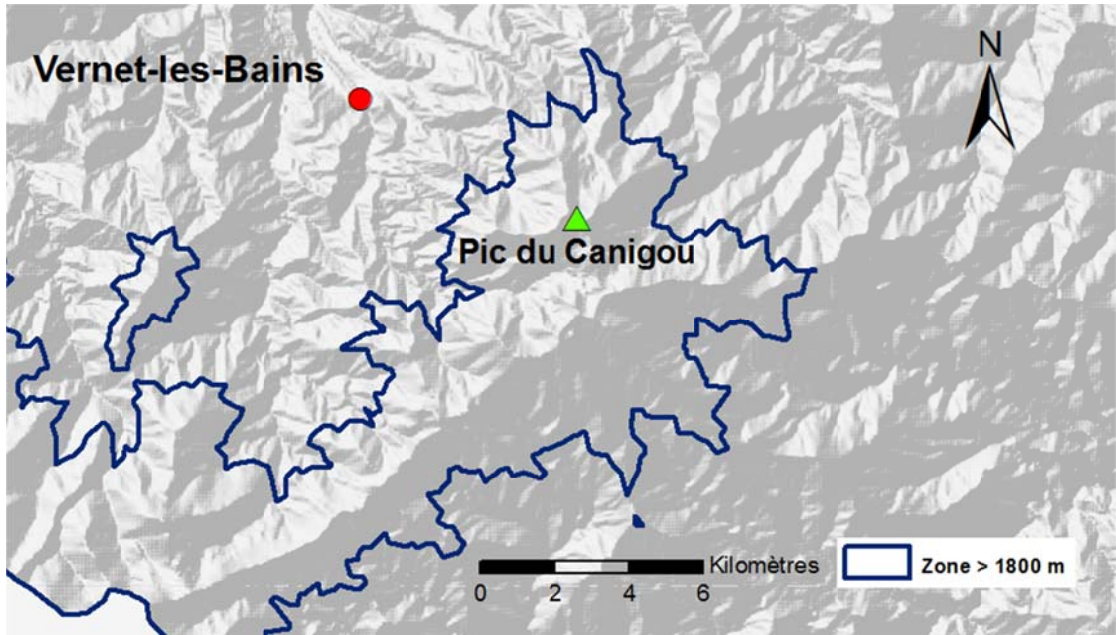


Illustration 13 : Secteur d'altitude supérieure à 1 800 m NGF

Les données recueillies et la géologie régionale permettent de dessiner le schéma de la cellule hydrothermale potentielle.

Une coupe schématique reprenant le modèle laccolithique (C) de Barbey et al. (2001) mais orientée N-S et passant par Vernet-les-bains est proposée : Dans cette géométrie, les eaux s'infiltrent au niveau des orthogneiss de Quazemi. Globalement pentés vers le Nord, ces orthogneiss peuvent conduire un mouvement général des eaux d'infiltration vers les profondeurs.

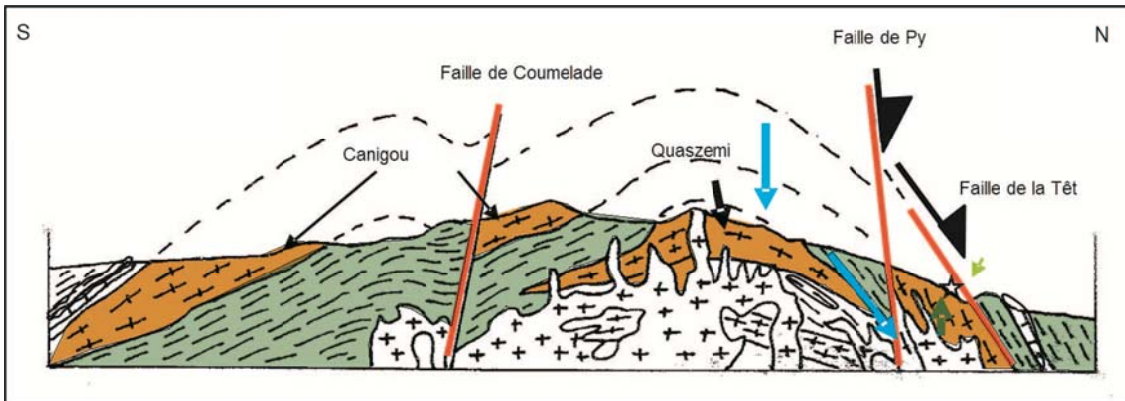


Illustration 14 : Coupe géologique NS passant par Vernet-les-Bains et circuit des eaux

(même légende que l'illustration 13)

3.3.2. Stockage de l'eau dans le réservoir en profondeur :

L'eau infiltrée atteint un réservoir en profondeur dans lequel elle va continuer à acquérir sa minéralisation par le contact avec les roches sous les effets combinés de la pression, la chaleur, le temps de contact, les équilibres physico-chimiques...

La source thermale de Vernet-les-Bains atteint des températures de l'ordre de 60°C. Cela signifie que suivant un gradient géothermique moyen de 3°C/100 m, la profondeur du réservoir dépasse les 2 km. Une autre estimation de la profondeur se base sur les valeurs du géothermomètre empirique, le rapport Na/Li, et toujours en supposant un gradient géothermique normal de 30°C par km, la température moyenne du réservoir est estimée à 106 °C. La profondeur atteinte par l'eau pourrait être alors de l'ordre de 3 km.

Ces deux approches sont approximatives mais suffisantes néanmoins pour affirmer que le réservoir est profond.

Le réservoir est probablement constitué d'orthogneiss et de micaschistes paléozoïques

3.3.3. Circulation de l'eau "per ascensum" :

L'eau dans le réservoir, sous l'effet de la charge, circulera vers les émergences via les drains présentant le moins de perte de charge à l'écoulement. La charge provient des 1200 m de dénivelés estimés entre l'aire d'alimentation (1860 m NGF) et les émergences (650 m NGF) et à l'augmentation de la température/pression induite par le gradient géothermique.

L'origine des drains à Vernet-les-Bains découle de l'hypothèse suivante :

Des objets structuraux d'une ampleur de l'ordre de 2500 m en jeu vertical se sont développés lors de l'évènement post miocène moyen et pré messinien aux environs de 7 MA. On y observe l'effondrement de la plate-forme miocène du Golfe du Lion et de la surrection des massifs bordiers dont le Canigou. Ces objets vont permettre potentiellement la sortie des eaux géothermales emmagasinées par le Massif du Canigou grâce à leur ouverture : elle a lieu postérieurement pendant la période plioquaternaire, soit de 6 MA à l'actuel qui voit, sur la bordure du Golfe du Lion, une flexuration généralisée de l'ensemble continent-bassin avec un facteur de pente de 2 %. Les massifs continentaux, dont le massif du Canigou, subissent lors de cette phase, des mouvements verticaux qui vont induire l'ouverture de failles et de fissures permettant à l'eau d'être stockée et de circuler.

Les sources de Vernet-les-Bains émergent au sein des orthogneiss du Canigou entre les failles de la Têt et de Py-Mantet qui peuvent constituer des drains « per ascensum » de ces eaux géothermales (Illustration 11).

3.3.4. Mélange de l'eau dans les réservoirs de surface :

Lors de la remontée du fluide géothermal, celui-ci peut se mélanger avec des aquifères superficiels. Cela ne semble pas être le cas à Vernet-les-Bains compte-tenu des teneurs en Mg (voir § 3.2.4).

Les sources thermales se situent sur la discontinuité entre le socle (relief des Pyrénées) et la couverture sédimentaire de la bordure de la plaine du Roussillon; elles émergent des orthogneiss rubanées fortement redressés dans la zone mylonitique associée à la faille de la Têt.

3.4. LE FLUIDE THERMAL

Le développement de Vernet-les-Bains comme station thermale doit son origine à la présence de nombreuses sources thermales en rive gauche et en rive droite du Cady, à proximité des reliefs qui bordent la commune au sud. Actuellement, ces sources ne sont plus exploitées. Depuis 1987, les thermes sont alimentés par trois forages. Les sources et les forages sont brièvement décrits avant de caractériser le fluide.

• Les sources

Les sources ont fait l'objet de campagne de prospection dans les années 1830-1850 (Illustration 15). Les sources sont énumérées dans le tableau ci-dessous (d'après Puig, 2007) avec leurs caractéristiques principales :

	Nom	Ancien nom	Date de découverte	Température °C	Conductivité µS/cm	Débit m ³ /h
Rive gauche du Cady	Barrera	Eaux bonnes	En usage au XVII ^e	40 à 57	250	1 et 11
	Vaporarium			41 à 58	260	1
	Saint Sauveur		Début XIX ^e	45 à 50	250	0.34 à 0.9
	Elisa			29 à 34	240	1
	Parc	Nouvelle source		45 à 64	260	6 à 9
	Santé			28		
	Pectoral			37.5		
	Forte		Début XIX ^e	45		
	Comtesse		1834	17		
	Pilar		Après 1953	15	330	1.2
Casteil		Avant 1834	35		0.1 à 0.2	
Rive droite du Cady	Providence	Torrent	1834	37	Entre 210 et 275 (mesure sur le mélange des 2 sources).	2.3 à 2.5
	Ursule	Barnoux	1834	37		0.44 et 0.73
	Dona Amélia	Barnoux	Captée en 1904	40		0.1 à 0.2
	Riubanys		1832			

Les sources "source du Parc", "source Barrera" et "source Vaporarium" ont été déclarées d'intérêt public en 1907.

En rive gauche du Cady, les températures sont plus élevées.

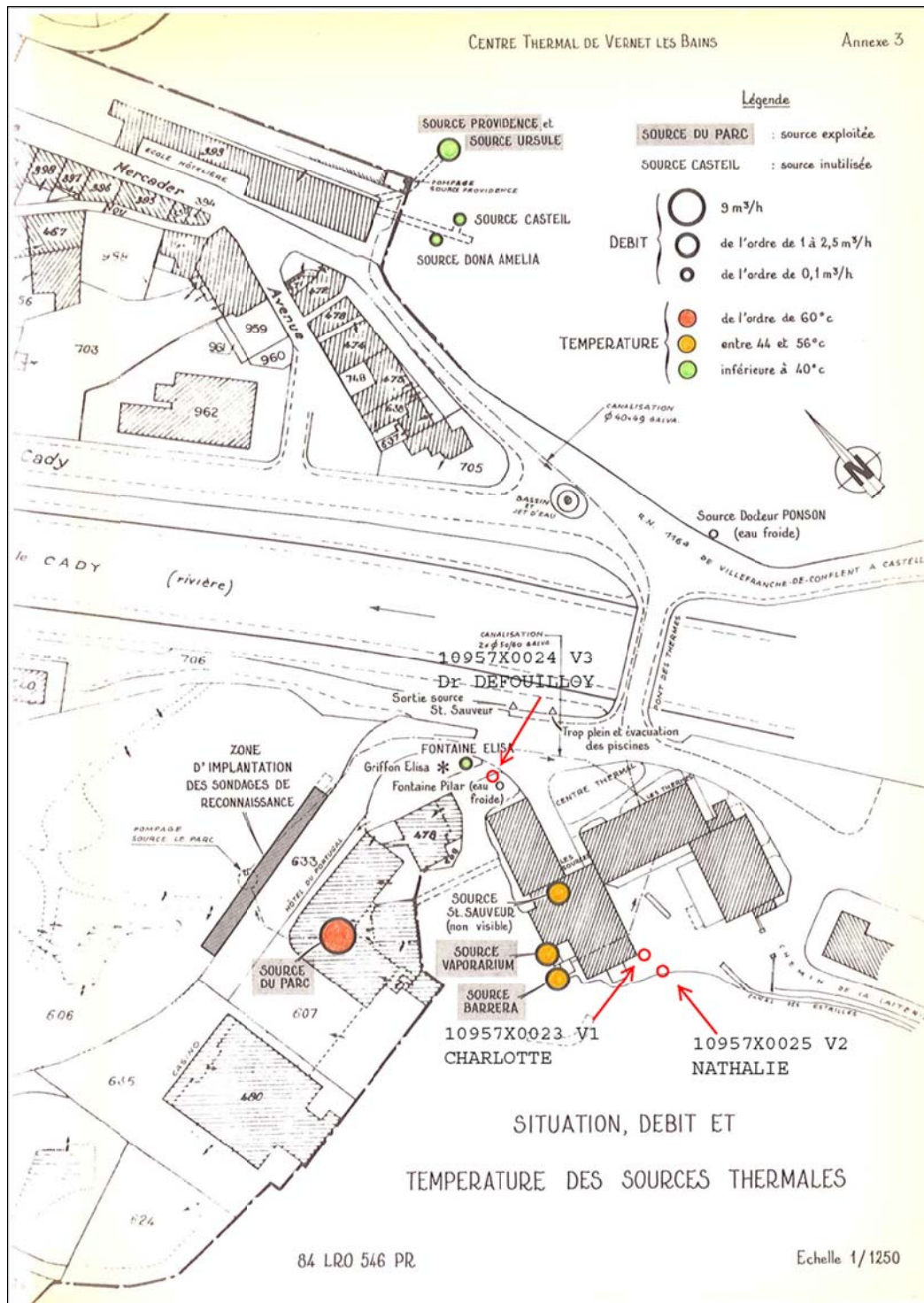


Illustration 15 : Plan de situation des sources (Extrait du rapport BRGM 84 LRO 546 PR) et des forages

• Les forages

Depuis 1996, les Thermes sont alimentés uniquement à partir des trois ouvrages suivants qui ont été exécutés en 1987 (Illustration 15) :

DESIGNATION	APPELLATION	N° BSS
V3	DR DEFOUILLOY	10957X0024
V2	NATHALIE	10957X0025
V1	CHARLOTTE	10957X0023

3.4.1. Caractérisation physico-chimique de la ressource

Globalement, l'eau thermale de Vernet-les-Bains est chaude, sodique, sulfurée et peu minéralisée. Plus précisément, elle présente les caractéristiques suivantes :

- la température est élevée (57 °C en moyenne sur V3),
- le pH est élevé (9.3 en moyenne sur les 3 sources exploitées et sur celle du Parc),
- la minéralisation est faible (conductivité généralement inférieure à 280 µS/cm),
- les eaux sont douces : TAC moyen entre 8.5 et 9 °f,
- des sulfures dissous sont présents (autour de 6 mg/l),
- le cation majeur est le sodium qui constitue environ 95 % de la charge totale des cations,
- les nombreux indices de fluor dans la région se retrouvent avec une concentration de fluorures entre 6 et 7 mg/l dans les eaux,
- le magnésium est présent en très faible quantité. Comme les eaux de surface ont des concentrations beaucoup plus fortes, le magnésium peut servir d'indicateur de mélange avec les eaux superficielles.

Les chroniques de températures, conductivité et sulfures sont représentées sur les illustrations des pages suivantes. Les limites minimale et maximale de variations autorisées par l'arrêté du 15 mai 1996 (plus ou moins 10 % par rapport aux valeurs de l'analyse du décret) figurent également sur ces graphiques. On constate que :

- les variations de température sont incluses à l'intérieur de ces bornes,
- la conductivité reste stable en fluctuant à moins de 15 % autour de sa valeur moyenne.

Concernant le soufre, l'analyse de l'arrêté (sulfhydre, HS-) ne permet pas la comparaison avec les analyses actuelles du contrôle (sulfures totaux : sulfites, sulfates et sulfure d'hydrogène).

D'après les résultats concordant des modèles chimiques et des données analytiques, électrochimiques et isotopiques, les espèces du soufre (hydrogène sulfuré, thiosulfate, sulfate) sont acquises par lessivage de la pyrite.

Sur la base des valeurs du géothermomètre empirique, le rapport Na/Li, et en supposant un gradient géothermique normal de 30°C par km, la température moyenne du réservoir est estimée à 106 °C.

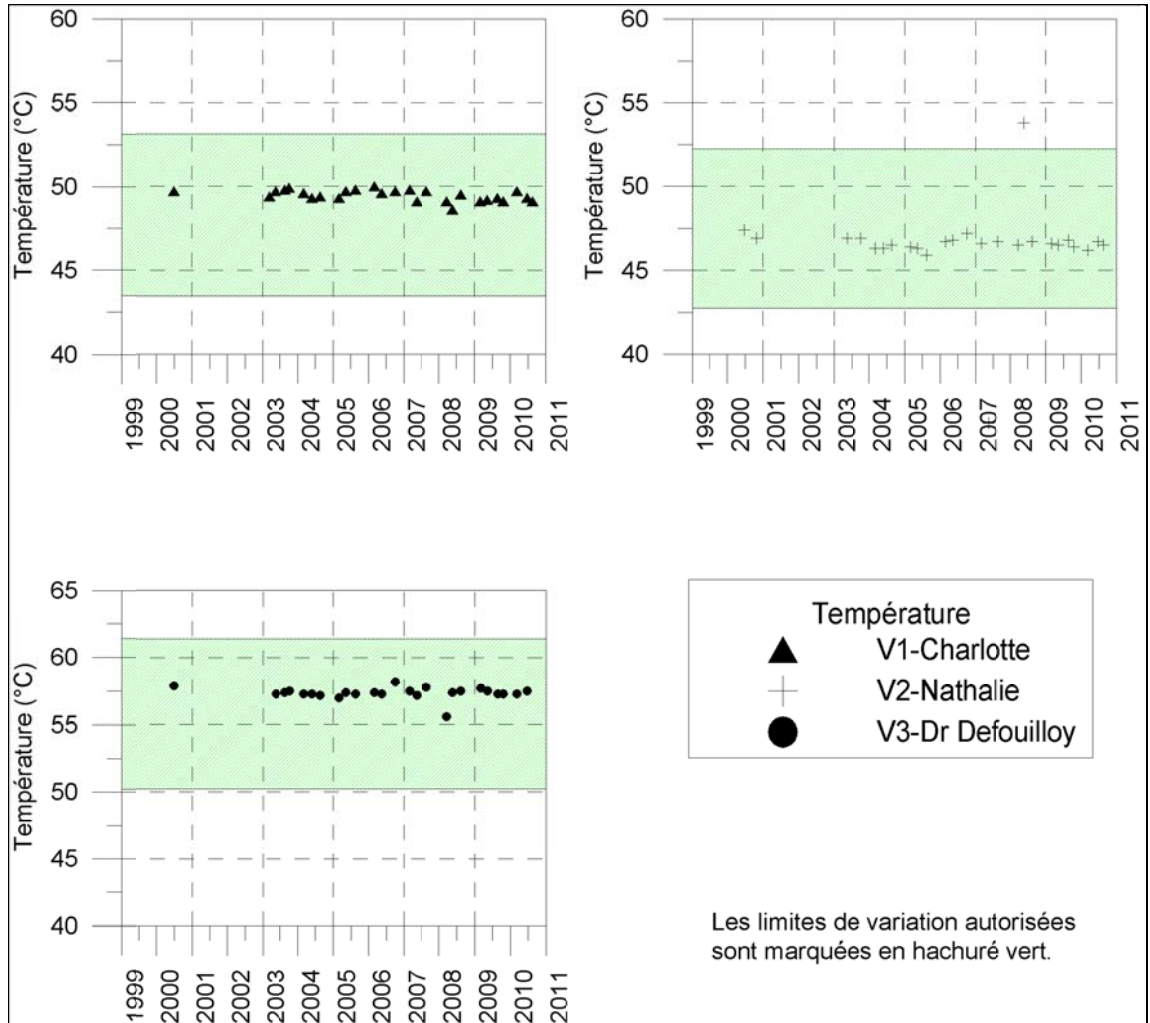


Illustration 16 : Chroniques des valeurs de température

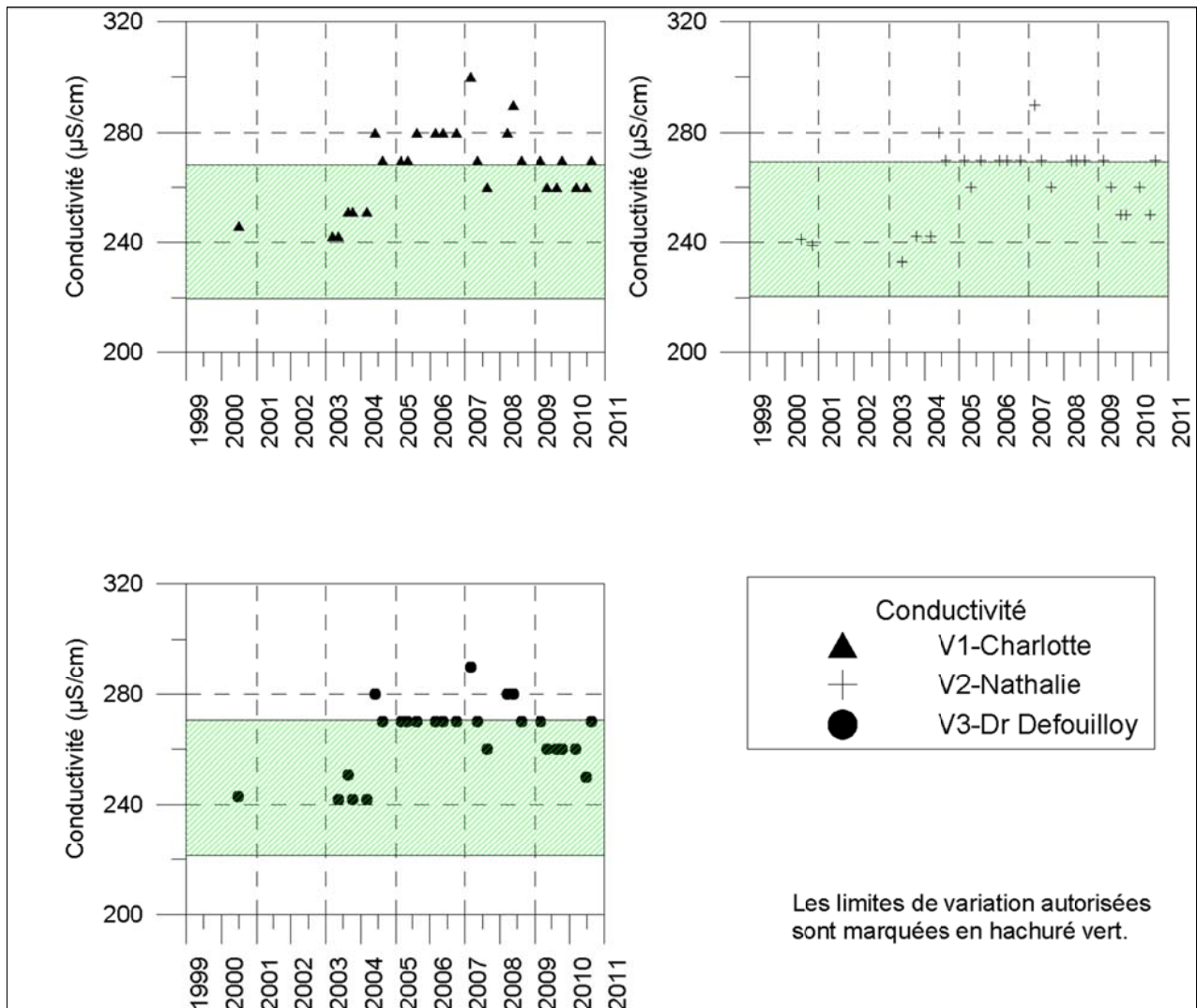


Illustration 17 : Chroniques des valeurs de conductivité

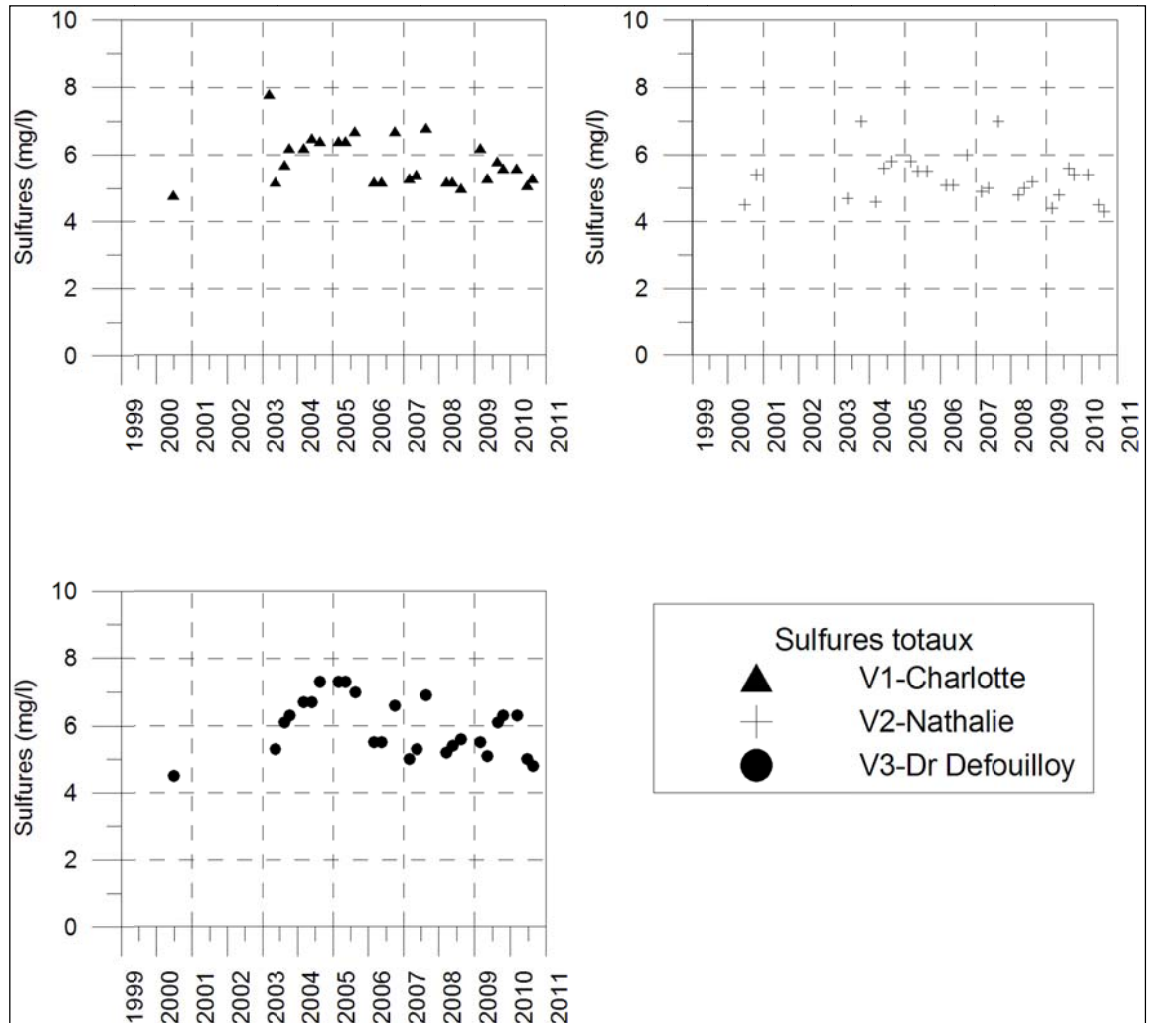


Illustration 18 : Chroniques des valeurs de sulfures

3.4.2. Caractérisation isotopique de la ressource

Les analyses isotopiques sont peu nombreuses. Quatre sources de Vernet-les-Bains (Barrera, Vaporarium, Parc et Elisa) ont été échantillonnées dans le cadre d'une étude régionale des sources thermales situées dans l'est des Pyrénées, pour y effectuer des analyses isotopiques sur les isotopes stables ^{18}O et ^2H (Illustration 19). L'interprétation des résultats a conduit à estimer l'altitude de l'aire d'alimentation des sources aux altitudes minimales² suivantes :

- 1890 m pour Barrera,
- 1850 m pour Vaporarium,
- 1830 m pour le Parc,
- 1860 m pour Elisa.

	t	pH	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Li ⁺	Cl ⁻	TA	SiO ₂	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	Tritium
	°C		10 ⁻³ mol/l	10 ⁻⁵ mol/l				10 ⁻⁴ mol/l			‰vs SMOW		U.T.
Barrera	41.5	8.96	2.40	8.26	0.880	4.60	0.99	20.1	15.1	13.1	-72.5	-11.15	
Vaporarium	43.0	9.00	2.60	4.90	0.055	5.62	1.10	22.8	15.3	15.3	-72.9	-10.90	0.3
Parc	49.2	9.04	2.50	4.49	0.061	5.19	1.08	23.6	15.1	8.50	-72.7	-10.85	
Elisa	28.5	9.94	2.48	4.09	0.045	4.41	1.05	22.1	17.5		-72.2	-11.05	

Illustration 19 : Composition chimique et isotopique des eaux minérales de Vernet-les-Bains.
Extrait de Krimissa (1994)

On ne dispose pas de suffisamment de mesures pour dater les eaux. Cependant, la mesure de 0.3 unité tritium sur Vaporarium permet de supposer un âge d'une cinquantaine d'années.

3.5. LA MISE EN PRODUCTION – LES EQUIPEMENTS

3.5.1. Les captages abandonnés

Il n'y a plus aucune source exploitée par les Thermes de Vernet-les-Bains. L'eau thermale est actuellement produite uniquement à partir de forages. Néanmoins, certaines sont toujours visibles. La source Barrera et celle du Parc restent artésiennes avec un débit à l'émergence qui semble aux témoins plus faible qu'autrefois. Ce flux d'eau vers l'extérieur protège l'aquifère d'apport d'eau non thermale en provenance de la surface.

- source BARRERA : le débit est faible et capté, mais non utilisé;

² La proportion des précipitations sous forme de neige étant élevée, il est possible que le gradient de ^{18}O en fonction de l'altitude soit sur-estimé. En conséquence, les altitudes de recharge sont peut-être sous-estimées.

- source du PARC : les aménagements à l'intérieur de l'hotel du Portugal n'ont pas été changés, mais cette source n'est pas exploitée.
- source ST-SAUVEUR : c'est une ancienne source qui n'est plus visible;
- griffon ELISA : ce griffon non visible alimentait une petite fontaine devant les Thermes. La source provient en partie de plusieurs fissures existant au fond d'une rigole creusées dans les gneiss, et en partie d'un tuyau fixé dans le rocher à 70 cm de profondeur. Elle ne coule plus.
- source VAPORARIUM : c'est une ancienne source qui n'est plus visible;
- fontaine Pilar : c'est une source d'eau froide indépendante du réservoir thermal,
- pour mémoire, on peut citer en rive gauche du Cady les sources PROVIDENCE, URSULE, CASTEIL et DONA AMELIA.

3.5.2. Les équipements de production et de suivi de la ressource

Depuis 1996, les Thermes sont alimentés uniquement à partir des trois ouvrages :

DESIGNATION	APPELLATION	N° BSS
V3	DR DEFOUILLOY	10957X0024
V2	NATHALIE	10957X0025
V1	CHARLOTTE	10957X0023

Les documents consultés fournissent très peu d'informations sur les trois forages et leurs caractéristiques :

- ni compte-rendu des travaux, ni DOE (dossier d'ouvrage exécuté) ne sont disponibles. Il en résulte des incertitudes sur une réalisation conforme au projet initial, sur la bonne réalisation (absence de contrôle de la cimentation),...
- ces ouvrages ont été réalisés en 1987. Depuis cette date, ils ont subi un vieillissement qui peut concerner les tubages (corrosion, dépôts, déformations), sédimentation en fond de forage...
- leurs caractéristiques hydrauliques individuelles et les interférences entre les ouvrages ne sont pas mentionnées dans la demande d'autorisation.

Les descriptions ci-dessous sont issues des coupes présentes dans la demande d'autorisation et des informations recueillies sur place. Les coupes lithologique et technique sont en annexe.

<p>FORAGE V3 / DR DEFOUILLOY / 10957X0024</p> <p>C'est un forage incliné, foré en 165 mm, profond de 31 m et cimenté sur les 15 premiers mètres. Il est équipé d'une crépine Johnson entre 18.5 et 25 m de profondeur. Le fond du forage est en trou nu. Les formations traversées sont des schistes et du granit.</p> <p>Exploitation : Ce forage est le principal producteur d'eau thermique de l'établissement. La production artésienne est estimée à 5 m³/h. Pendant les mois de septembre/octobre, où la fréquentation de l'établissement est la plus forte, un supplément de 14 m³/h est pompé pendant 12 heures par jour.</p>	
<p>FORAGE V2 / NATHALIE / 10957X0025</p> <p>Cet ouvrage profond de 140 m a été foré en 216 mm. Il traverse des granits plus ou moins fracturés. Il est cimenté jusqu'à 43 m, sans doute pour masquer une arrivée d'eau froide vers 41 m. La venue d'eau chaude la plus importante a été relevée à 58 m de profondeur. Le tubage en place est relativement compliqué : il y a 7 tronçons de crépines séparés les uns des autres.</p> <p>Exploitation : De ce forage, seul le débit artésien est capté (pas de pompage).</p>	
<p>FORAGE V1 / CHARLOTTE / 10957X0023</p> <p>Cet ouvrage profond de 52 m a été foré en 216 mm. Sous les schistes, à partir de 5 m de profondeur, la coupe indique des granits avec des intercalations de quartz.</p>	

Le forage V3 a deux régimes de fonctionnement : le premier capte le débit artésien et le second augmente cette production naturelle par un pompage. Il y a donc des variations de pression à l'intérieur du forage et il est probable que la tête de puits se dénoie en pompage. Dans ce cas, se pose la question de la qualité sanitaire de l'air qui pénètre dans le forage car n'y a pas dans les installations une entrée d'air avec filtre.

Une réponse est à trouver pour la mise en place d'une gestion sécurisée sur le plan sanitaire de ces mouvements d'air. Le tubage n'est probablement pas étanche, car il ne résisterait pas à la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur.

Le potentiel thermal à partir des 3 forages a été estimé à 25.5 m³/h lors de l'essai d'artésianisme en 1987. Lors de cet essai, il est indiqué que la température des sources n'a pas variée et que le débit de la source du Parc a subi une baisse de 30 % lorsque les 3 forages étaient ouverts. Ces débits reprennent leur valeur initiale à la fermeture des forages. Les caractéristiques physico-chimiques n'ont pas variées entre le début et la fin de l'essai.

Trois actions d'amélioration peuvent être entreprises.

- la première vise à connaître ***l'état des trois forages***. Le programme est à définir ; il devrait au moins comprendre une reconnaissance par vidéo de l'intérieur des forages, un log micromoulinet pour repérer les venues d'eau dans le forage, un contrôle CBL de la cimentation ;
- la seconde a pour objectif de connaître les ***caractéristiques hydrauliques des forages et de leur influence mutuelle*** en effectuant un pompage d'essai. C'est essentiel pour la prévention de problèmes tel que la baisse des niveaux et la pollution bactériologique.

La connaissance précise de l'état et des caractéristiques hydrauliques des trois forages exploités constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource thermale de Vernet-les-Bains.

- la troisième action concerne la réalisation d'un forage de secours : actuellement, le potentiel de production semble reposer principalement sur le forage V3. C'est une hypothèse car les débits des différents forages ne sont pas connus précisément. En cas de problème quelconque sur cet ouvrage, un ouvrage de secours assurerait plus confortablement le maintien de l'exploitation des Thermes de Vernet-les-Bains.

La réalisation d'un forage de secours constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource thermale de Vernet-les-Bains.

Nota : la réalisation d'un ouvrage de secours (forage) nécessitera de réaliser une étude d'implantation sur un nouveau secteur d'exploitation, autant que possible indépendant du secteur des émergences actuelles.

3.5.3. Les conditions de transport, stockage et maintenance

L'eau thermale produite par ces 3 forages est conduite vers 5 cuves de stockage de 110 m³ chacune qui sont connectées entre elles et dont le remplissage se fait par débordement de la première cuve vers les autres. C'est à ce niveau que se trouve un

dispositif de déconnexion hydraulique. La température de ce mélange est de l'ordre de 53 °C. Une fois par semaine, pour des raisons sanitaires, les flux d'eau en sortie sont réduits afin que les cuves se remplissent totalement. Cette méthode permet d'assainir l'intérieur des cuves.

L'eau est conduite ensuite vers un échangeur à plaques afin de réduire sa température à 37.5 °C. La source d'eau froide de l'échangeur est l'eau du Cady. Cet échangeur (Illustration 20) sera changé dans le cadre d'une modernisation qui a pour but, entre autres, d'améliorer significativement l'utilisation de la chaleur disponible.



Illustration 20 : Échangeur à plaques

Un programme de rénovation est en cours.

3.5.4. La relation ressources / besoins

On a vu précédemment que les débits de production n'étaient suivis que sur le forage "Nathalie" et une fois par mois. Dans ces conditions, il est difficile de quantifier l'adaptation de la ressource aux besoins des Thermes. Il y a cependant une connaissance empirique permettant de juger la ressource "suffisante" :

- Les Thermes ne sont jamais contraints de mettre en place des mesures d'économie d'eau pour pallier une ressource insuffisante ;
- le pic de consommation de septembre et d'octobre est chaque année assuré par un pompage dont le procole est inchangé.

Une confrontation ressources/besoins a été établie pour le mois de pointe de septembre 2009 avec 560 curistes ayant commencé leur cure durant ce mois. On a supposé que la cure durait 15 jours et se déroulait entièrement en septembre 2009. On a également supposé que tous les curistes consommait 1.5 m³ par jour (consommation

moyenne en rhumatologie). Le volume d'eau nécessaire, surestimé par les hypothèses retenues, s'élève à **12 600 m³**.

Pour estimer la production, les débits d'exploitation maximal du décret ont été utilisés : 5.4 m³/h pour V1, 7.5 m³/h pour V2 et 12 m³/h pour V3. les forages sont supposés produire pendant 24h/24. L'estimation de la ressource est aussi surestimée. La production s'élève dans ces conditions à **17 928 m³**.

Cette estimation sommaire permet de constater que les ressources couvrent les besoins actuels avec une marge de sécurité notable.

3.6. LE SUIVI D'EXPLOITATION – LA MAINTENANCE

3.6.1. Les données du suivi d'exploitation

Le suivi de la ressource ne porte actuellement que sur la production du forage "Nathalie" avec un relevé mensuel du compteur volumétrique installé sur la tête du puits.

Il n'y a aucun capteur sur les forages : on ne dispose donc pas de mesures en continu de débit, ni de pression (niveau d'eau dans le forage), ni de température, ni de conductivité.

Le fonctionnement actuel de l'alimentation en eau des thermes donne satisfaction : les débits, la stabilité de la qualité chimique et de la température, la qualité bactériologique permettent de recevoir tous les curistes dans d'excellentes conditions. Cependant, les explications de ce bon fonctionnement sont pour le moment insuffisamment connues.

Globalement, il faudrait installer pour chacun des trois forages des sondes de mesure pour la pression (dans le forage), la température, la conductivité en continu pour acquérir des données et les interpréter. La fréquence des mesures doit être suffisante, soit de l'ordre d'une mesure par heure. Cette première phase permettra d'adapter le suivi ultérieur de l'exploitation.

Les résultats attendus sont dans un premier temps, une meilleure connaissance de l'exploitation de la ressource comme par exemple : influence ou non des précipitations sur les débits et la qualité chimique, existence d'interférences entre les forages, variations saisonnières, définition des conditions de l'artésianisme, etc.

L'expérience acquise sur d'autres stations thermales rappelle qu'il existe des risques liés à l'exploitation des eaux. Un des plus courants est la baisse des niveaux piézométriques qui réduit ou supprime l'artésianisme. Dans ce cas, (1) la protection naturelle de l'aquifère (le flux d'eau sortant de l'aquifère limite l'infiltration de pollutions potentielles de surface) disparaît et (2) la production d'eau thermale diminue aussi. La connaissance hydraulique du site permet d'observer et d'anticiper avant la crise : adaptation des prélèvements, nouveaux captages...

L'exploitation de ce suivi suggèrera probablement d'autres questions sur la ressource. Il est cependant trop tôt pour en présager la nature.

Le matériel disponible actuellement sur le marché permet de mesurer à des pas de temps adaptés (une heure par exemple), de transmettre, de centraliser et d'enregistrer les valeurs des paramètres cités. Ce type d'instrumentation nécessite néanmoins un contrôle et une maintenance régulière.

Le suivi de l'exploitation de la ressource en eau thermale constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource thermale de Vernet-les-Bains.

3.6.2. Dispositif de maintenance

Les ouvrages de production ne font pas l'objet d'une maintenance particulière. La pompe installée dans le V3 est récente et fonctionne correctement ; les problèmes de corrosion de l'armoire électrique ont été réglés.

Les forages demandent relativement peu de maintenance : il suffit en général de surveiller l'état du tubage (corrosion, déformation), l'entartrage des crépines, la sédimentation en fond de trou, etc....

Ce programme de maintenance pourra être défini après la caractérisation des forages.

3.7. LE CADRE REGLEMENTAIRE

3.7.1. Les autorisations existantes

Dans le cadre réglementaire concernant la station thermale de Vernet-les-Bains, on relève les principales dates suivantes :

- le 6 juin 1906, la source du Parc, la source Barrère et la source Vaporarium sont autorisées à l'émergence ;
- le 25 mars 1907, ces trois sources sont Déclarées d'Intérêt Public (DIP) ;
- le 9 juin 1959, la commune de Vernet-les-Bains vend à la Société civile immobilière de Vernet-les-Bains l'établissement thermal, des terrains, du matériel et de "tous les droits pouvant appartenir à la commune sur les concessions d'eaux thermales". Il est également précisé dans le même acte que : "*La commune de Vernet-les-Bains, vendeuse, toutefois en ce qui concerne les eaux thermales pouvant être découvertes dans l'étendue du Territoire de la commune... s'engage à appuyer toutes demandes faites par la Société acquéreuse... en vue d'obtenir l'exclusivité d'exploitation desdites sources, donnant d'ores et déjà à la Société acquéreuse, tous avis favorables et garanties pour les Sources connues à ce jour et exploitées par la Société d'exploitation des eaux de Vernet-les-Bains, et mêmes celles qui*

alimentait l'Hôtel des Bains Mercader...". Un extrait de l'acte de vente concernant ces autorisations est en Annexe 4 ;

- le 20 mai 1963, une demande en vue d'exploiter et d'administrer au public l'eau de la source du Vaporarium est déposée. Une zone de protection sanitaire est délimitée par un cercle de 50 m ;
- le 31 octobre 1979, un arrêté préfectoral valide le POS, avec une délimitation de zone de protection ;
- le 9 mai 1989, un dossier de demande d'autorisation d'exploiter à distance du point d'émergence l'eau minérale en provenance des forages V1 (Charlotte), V2 (Nathalie), V3 (Dr Defouilloy) est déposé ;
- le 15 mai 1996, l'autorisation d'exploiter, en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau des captages "Charlotte", "Nathalie", et "Dr Defouilloy", et du mélange "Suzanne" (Annexe 5).

Cet arrêté précise que cette eau peut être exploitée :

- à l'émergence,
- après transport à distance par canalisation.

Le débit d'exploitation maximal autorisé est de :

- 5.4 m³/h pour le captage "Charlotte",
 - 7.5 m³/h pour le captage " Nathalie ",
 - 12 m³/h pour le captage "Dr Defouilloy ".
- les périmètres sanitaires d'émergence (PSE) sont définis pour les trois forages par les surfaces couvertes par leur ouvrage maçonné respectif.

On retiendra de cet historique :

- **sur le plan réglementaire** :
 - le cas particulier en France de Vernet-les-Bains : toutes les ressources en eaux thermales situées sur le territoire de la commune sont propriété de l'Etablissement thermal. Cela constitue une disposition légale très forte pour la protection de la ressource ;
- **sur le plan des autorisations** en vigueur aujourd'hui sur les ouvrages exploités :
 - bien qu'un PSE (Périmètre Sanitaire d'Emergence) soit défini, les trois forages ne sont protégés ni par un périmètre de protection établi au titre de la Déclaration d'Intérêt Public, ni directement par une déclaration d'intérêt public (les forages bénéficient cependant indirectement de la DIP attachée aux sources).

3.7.2. Les procédures en cours

Il n'y a pas actuellement de procédures en cours. La Déclaration d'Intérêt Public existe pour les sources ; la possibilité de lancer une procédure afin d'y inclure également les forages peut être envisagée.

Cette démarche est actuellement évaluée par les Thermes de Vernet-les-Bains. Cependant, ce n'est pas à considérer comme une priorité, compte tenu des dispositions existantes pour la protection de la ressource à Vernet-les-Bains : PSE, DIP pour les sources et surtout la propriété des sources thermales sur la commune.

4. Conclusion

4.1. LA SITUATION ACTUELLE DE LA RESSOURCE THERMALE

L'état des lieux réalisé pour la station de Vernet-Les-Bains permet de préciser les points principaux suivants :

- concernant les **connaissances** du **gisement** et du système hydrothermal, les données disponibles permettent de décrire dans ses grandes lignes le circuit de l'eau thermale à partir de l'impluvium, situé sur les pentes du Canigou à une altitude supérieure à 1860 m NGF, vers un réservoir à environ 3 km de profondeur, avant de remonter par la fissuration présente autour de la faille de Prades ;
- concernant la connaissance du **fluide thermal**, les données disponibles montrent que les eaux sont sodiques, sulfurées, peu minéralisées et chaudes. Les caractérisations isotopiques permettent, en outre, de disposer de données pertinentes sur les secteurs d'alimentation du gisement thermal ;
- concernant les **conditions d'exploitation** de la ressource, les rares données disponibles ne permettent pas de statuer quant à l'état des ouvrages et quant aux caractéristiques hydrogéologiques des forages exploités. Le fonctionnement très empirique de l'exploitation actuelle ne permet pas de définir les limites d'exploitation des ouvrages et de préciser des alertes pour pallier à d'éventuels désordres ;
- concernant la **sécurité d'approvisionnement** du site thermal, le site est alimenté par trois forages, mais leur proximité et les interférences qui existent entre ouvrages doivent être considérées comme un secteur d'émergence unique. Cette unicité dans l'approvisionnement du site peut favoriser la propagation aux 3 forages d'un problème rencontré sur un seul forage (baisse de charge, qualité...). Il n'existe pas d'autre secteur d'approvisionnement du site, indépendant du secteur exploité. Ainsi, la sécurité d'approvisionnement en eau thermale du site est toute relative ;
- concernant le **suivi d'exploitation** de la ressource, sur le plan **qualitatif**, les données disponibles (analyses du contrôle réglementaire) permettent de noter la stabilité relative des paramètres mesurés. Le manque de suivi en continu de la ressource ne permet pas, cependant, de disposer du recul nécessaire pour juger du bon fonctionnement de l'exploitation. Sur le plan **quantitatif**, l'absence de données est très préjudiciable à une analyse du fonctionnement, sur le long terme, de l'exploitation et à l'anticipation d'éventuels dysfonctionnements ;
- concernant le contexte **environnemental** du site d'exploitation, l'impluvium, situé en zone montagneuse sauvage, est bien protégé. La zone d'émergence, située en bordure du village de Vernet-les-Bains, n'est pas, a priori, soumise à des contraintes anthropiques fortes. Il n'y a pas, en effet, d'activité industrielle sur la commune. Ce contexte peut être considéré comme favorable.

Il ne faut cependant pas sous-estimer l'incidence (au plan bactériologique notamment) de toute modification, dans le secteur des émergences, du régime d'exploitation des ouvrages (avec le risque d'inversion de flux de la surface vers la profondeur). Il convient ainsi de rester vigilant sur l'environnement des forages exploités. Une surveillance attentive reste fortement conseillée ;

- concernant le cadre **réglementaire** d'exploitation de la ressource, les Thermes de Vernet-les-Bains bénéficient d'un droit sur toutes les ressources thermales situées sur la commune de Vernet-les-Bains.

4.2. LES PISTES DE PROGRES A COURT ET MOYEN TERME

Plusieurs pistes de progrès ont été identifiées par l'état des lieux au regard de la démarche qualité pour la ressource prise pour référence. Ces pistes, qui ont pour but de faire évoluer les situations vers le « plus » qualité pour la ressource, sont à hiérarchiser dans le temps (à court et moyen terme) selon leur importance relative.

Il est recommandé d'engager à **court terme** :

- un suivi des principaux paramètres de l'exploitation sur les trois forages : débit, pression, température, conductivité avec une interprétation des données ;
- une caractérisation des forages à l'aide de moyens adaptés tels que la vidéo-inspection, micro-moulinets, contrôle CBL de la cimentation ;
- une caractérisation hydrogéologique précise (pompage d'essai) des ouvrages et de leurs interférences pour apprécier, sur la base de données fiables, le fonctionnement hydraulique du secteur des émergences et, en conséquence, la sécurité de l'alimentation en eau thermale du site.

Il est recommandé d'engager à **moyen terme** :

- une étude d'implantation de forage visant à capter en profondeur, sous protection suffisante, une ressource thermale similaire à celle exploitée actuellement mais indépendante du secteur des émergences actuelles. la réalisation d'un forage d'exploitation, sur la base d'une hypothèse d'implantation consolidée, doit viser à disposer d'un forage de secours.

Annexe 1

Eléments de bibliographie

Bérard P. (1984) – Renforcement de l'AEP du SIVOM de la vallée du Cady (Pyrénées orientales). Phase 1 : étude hydrogéologique et documentaire préalable. Rapport BRGM 84 LRO 568 PR.

Bérard P., Sahuque JL (1985) – Résultats de la campagne de reconnaissance par forages pour l'AEP du SIVOM de la vallée du Cady (Pyrénées orientales). Rapport BRGM 85 LRO 628 PR.

Boulègue J. (1979) – Formation des eaux thermales sulfurées des Pyrénées orientales. Origine du soufre. Géochimie du fer et du cuivre. Journal français d'hydrologie. 1979.10. fasc.2, n° 29, p.9102

Krimissa M., Chery L., Fouillac C., Michelot JL (1994) – Origin and recharge altitude of the thermo-mineral waters of the eastern Pyrenees. Isotopen praxis Environm. Health Studies, vol 30, p. 317-331.

Marchal JP (1984) – Station thermale de Vernet-les-Bains (Pyrénées Orientales). Sources thermales Concorde, En Come et du Marché. Étude hydrogéologique. Périmètres sanitaires des émergences. Rapport BRGM 84 LRO 528 PR.

Poul X. (1984) – Centre thermal de Vernet-les-Bains (Pyrénées orientales). Étude hydrogéologique. Périmètres sanitaires des émergences. – Rapport BRGM 84 LRO 546 PR.

Puig C., Covato F., Maso D. et la municipalité de Vernet-les-Bains (2007) – Vernet-les-Bains au cœur du Canigou. L'eau, le fer et les hommes.

Salvayre H. (1987) – Rapport géologique sur la définition des périmètres de protection du champ thermal et des forages de Vernet-les-Bains. Université de Perpignan. Institut universitaire de technologie.

Soliva J., Salel J.F., Brunel M., (1989) – Shear deformation and emplacement of the gneissic Canigou thrust nappe (Eastern Pyrenees). Geol en Mijnbouw 68 p. 357-366.

Vigouroux P. (2005) – Guide qualité pour la ressource en eau minérale et thermale. Edition BRGM – Collection scientifique et technique.

Annexe 2

Données météorologiques

Moyenne mensuelle des températures journalières à Vernet-Les-Bains
Minimales (°C)

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janvier	1.3	-0.4	2.7	1.1	0.7	2.4	-0.3	-0.5	2.3	2.4	-0.8
Février	2.6	3.6	1.6	3	-0.6	0.6	-1.9	0	3	1.9	1.2
Mars	4	3.9	6.4	4.4	3.7	2.3	1.8	4.1	3.9	3.7	3.7
Avril	6.1	5.5	5.8	6.6	6.4	5.8	6.3	6.7	7.7	5.6	5.7
Mai	10.7	10.4	9.8	8.6	9.9	8.4	10	10.2	10.6	9.7	11.4
Juin	12.3	13.1	13.1	14.1	16.4	14	14.1	13.6	13.1	12.8	13.2
Juillet	15.2	14	14.8	14.6	16.1	14.7	15.2	17.7	14.8	14.6	15.4
Août	15.3	15.3	16	13.7	17.7	15.5	13.8	13.7	14.2	15	16.2
Septembre	13.2	12.3	9.8	10.9	11.6	12.8	12.2	13.5	11.2	10.6	11.8
Octobre	8.5	8.3	10.1	8.4	7.8	9.4	9.9	10.9	8.1	8.1	9.2
Novembre	1.6	4.2	2.8	5.3	5.1	2.9	3.3	5.8	2.2	3.6	6
Décembre	1.2	3.8	-2.3	3.6	2.2	2	-1.5	1	0.6	1.5	1.5

Maximales (°C)

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janvier	10.9	10.2	10.9	11.1	10	11.4	9.9	8.6	13.5	13.4	8.8
Février	12.1	14.8	13.4	13.2	8.7	11.8	7.8	11.3	13.9	13.6	12.3
Mars	14.5	15.8	17.3	15.4	15.1	12.7	12.7	15	13.8	14.6	15.7
Avril	16.4	16	16.5	16.8	17.1	15.4	16	18.2	18.2	18.2	15.4
Mai	20.3	20.5	21	18.7	21.1	19.2	21.3	21.5	21.3	19.3	21.7
Juin	23.8	23.8	25.9	25	28.4	25.4	26.3	25.6	24.2	24.5	25.8
Juillet	26.9	25.3	26.9	25.7	28.4	26.2	27.1	30.7	27	26.8	27.2
Août	26.8	27.2	27.9	24.4	30.9	26.9	26	25.8	25.6	27	29
Septembre	24.2	24.1	22.3	22.1	23.4	24.7	23	24.1	23.1	22.5	23.8
Octobre	19.3	17.9	21.5	19.5	16.5	19.8	19	21.3	18.7	18.8	21.4
Novembre	11.7	13.5	12.5	15.1	14.7	14.2	12.2	17	15.2	13	15.8
Décembre	10.8	12.6	7.5	12.2	10.5	10.7	9	11.7	11.2	9.5	11.3

Moyennes (°C)

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janvier	6.1	4.9	6.8	6.1	5.4	6.9	4.8	4.1	7.9	7.9	4
Février	7.3	9.2	7.5	8.1	4	6.2	2.9	5.6	8.4	7.7	6.7
Mars	9.2	9.9	11.8	9.9	9.4	7.5	7.3	9.5	8.9	9.1	9.7
Avril	11.3	10.8	11.1	11.7	11.7	10.6	11.1	12.4	12.9	11.9	10.5
Mai	15.5	15.4	15.4	13.6	15.5	13.8	15.7	15.9	16	14.5	16.5
Juin	18	18.4	19.5	19.6	22.4	19.7	20.2	19.6	18.6	18.6	19.5
Juillet	21	19.7	20.9	20.1	22.2	20.4	21.1	24.2	20.9	20.7	21.3
Août	21.1	21.3	22	19.1	24.3	21.2	19.9	19.7	19.9	21	22.6
Septembre	18.7	18.2	16.1	16.5	17.5	18.7	17.6	18.8	17.2	16.6	17.8
Octobre	13.9	13.1	15.8	13.9	12.1	14.6	14.5	16.1	13.4	13.4	15.3
Novembre	6.7	8.9	7.7	10.2	9.9	8.6	7.7	11.4	8.7	8.3	10.9
Décembre	6	8.2	2.6	7.9	6.4	6.3	3.8	6.3	5.9	5.5	6.4

**Précipitation mensuelle à Vernet-les-Bains
(mm/mois)**

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janvier	30.5	9.0	67.0	17.5	19.0	36.5	14.5	161.0	4.5	22.5	29.5
Février	7.0	10.5	48.5	23.5	147.5	23.0	34.5	12.0	50.5	8.5	26.5
Mars	12.5	7.5	36.5	66.0	41.5	40.0	21.5	38.5	39.0	49.5	52.5
Avril	67.0	56.0	32.0	162.5	41.0	150.0	25.5	9.0	178.5	24.5	165.0
Mai	73.0	61.5	35.0	202.0	86.5	100.5	75.0	25.0	54.5	122.0	38.0
Juin	56.0	163.5	21.0	51.5	24.5	51.5	53.5	14.5	14.0	27.5	55.5
Juillet	29.5	14.0	91.0	56.5	26.0	5.0	34.0	19.0	16.5	32.5	28.5
Août	55.5	18.0	7.5	65.5	38.5	72.0	20.0	60.0	50.0	47.5	31.5
Septembre	79.5	39.0	21.5	18.5	44.5	6.0	59.0	39.5	27.5	48.0	26.5
Octobre	17.0	83.5	10.5	39.5	97.5	53.5	53.0	35.5	40.0	24.0	14.0
Novembre	128.5	19.0	134.0	33.5	27.5	11.5	99.5	5.0	6.5	97.5	15.5
Décembre	14.0	83.0	28.0	13.5	163.0	165.5	1.5	10.5	16.5	90.0	15.5

**Précipitation mensuelle à Py
(mm/mois)**

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janvier	51.5	14.2	93.7	20.0	43.6	53.7	19.4	121.8	4.0	42.0	64.0
Février	21.0	21.7	41.4	36.1	118.2	45.0	60.6	15.0	63.0	11.0	45.0
Mars	27.2	31.6	59.0	42.3	36.6	39.3	24.9	72.0	66.0	63.8	41.4
Avril	78.9	110.2	58.6	199.2	39.1	137.6	26.2	28.0	210.0	58.5	217.0
Mai	116.4	104.6	54.3	195.9	99.8	143.2	118.0	44.7	106.0	237.0	64.0
Juin	66.1	210.3	47.0	77.8	36.4	64.9	95.4	20.6	31.5	61.5	82.0
Juillet	36.1	56.3	111.0	76.0	77.3	23.7	25.0	38.0	24.0	46.5	38.0
Août	35.1	30.3	13.2	103.0	100.2	101.7	37.0	69.7	98.0	24.0	47.0
Septembre	126.5	104.7	29.8	39.3	59.4	9.5	85.5	84.0	32.0	78.0	36.0
Octobre	48.1	157.3	31.0	72.3	126.6	64.0	114.5	63.0	40.0	30.2	45.0
Novembre	203.0	26.3	167.4	59.8	72.8	17.4	115.0	12.0	6.2	154.8	21.5
Décembre	20.8	142.2	30.8	39.4	113.4	125.6	4.0	25.8	25.4	153.2	21.4

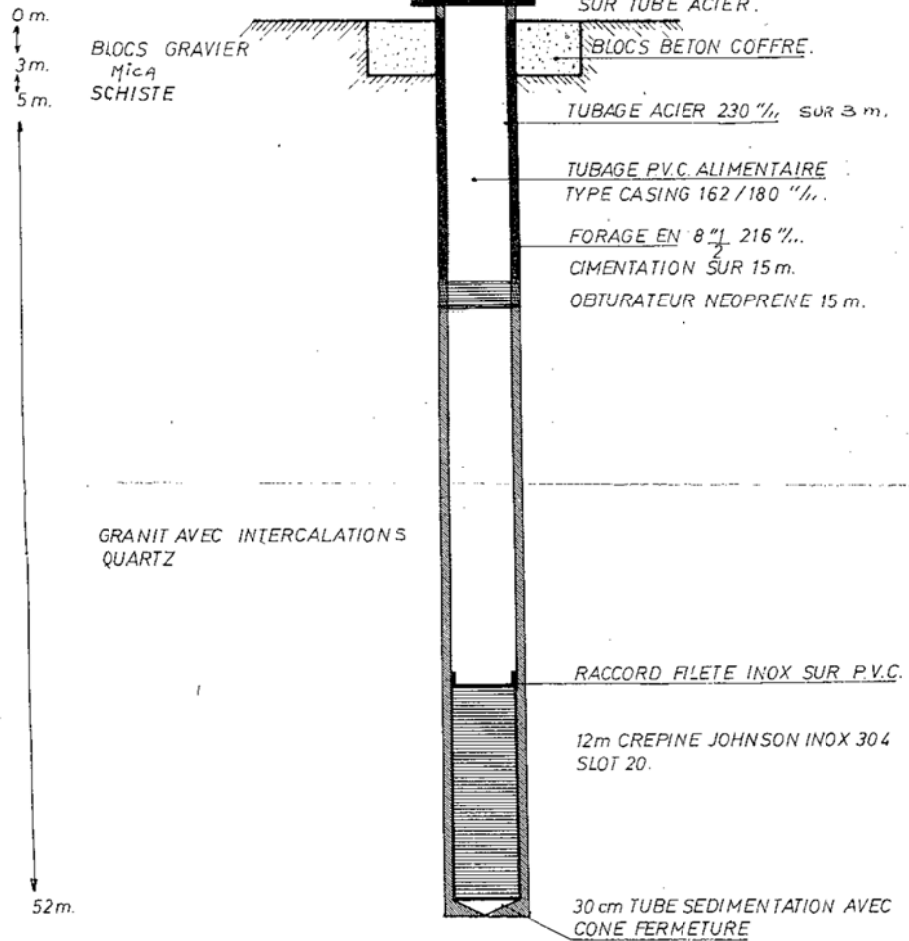
Annexe 3

Coupes des forages

S' H II COMMUNE DE **VERNET LES BAINS**

CENTRE THERMAL

FORAGE N°1



DEBIT APPROXIMATIF 30 m³/ HEURE.

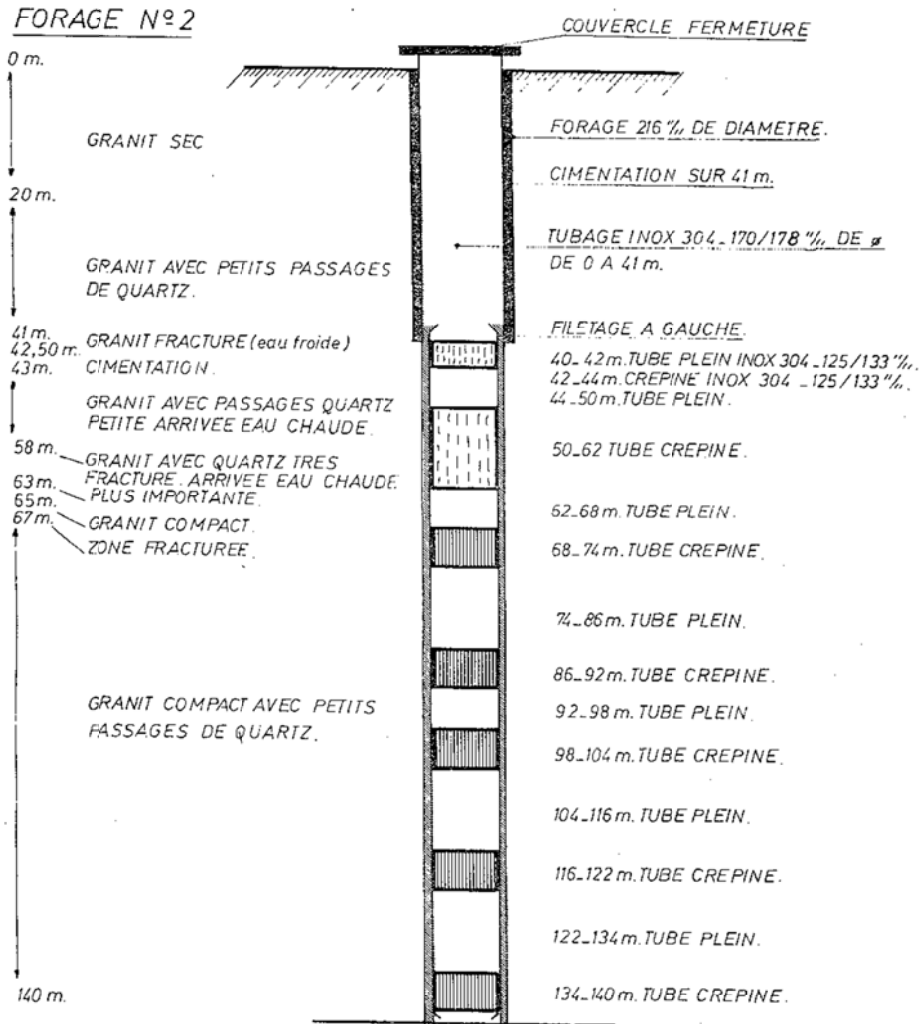
Société d'Exploitation Forages
GARCIA
5, Lotissement Crés d'Amont
66380 PIA
Tél. 68.63.25.96

10957X0023 V1 CHARLOTTE

S'II COMMUNE DE **VERNET LES BAINS**

CENTRE THERMAL

FORAGE N°2



Société d'Exploitation Forages
GARCIA
 5, Lotissement Crès d'Amont
 66380 PIA
 TAI 68 63 25 02

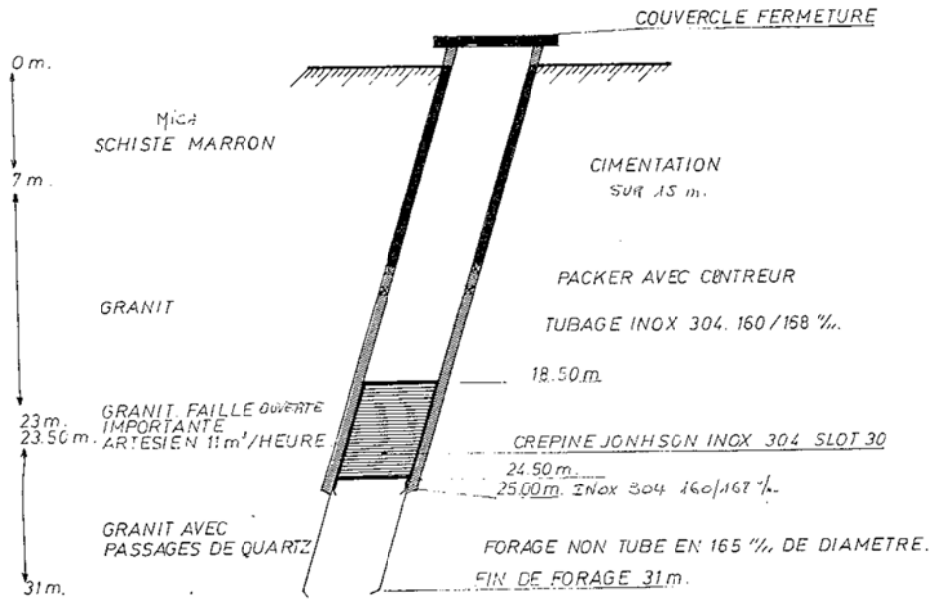
FIN FORAGE 140 m.

10957X0025 V2 NATHALIE

S A I I COMMUNE DE **VERNET LES BAINS**

CENTRE THERMAL

FORAGE N°3



FIN DE FORAGE 31 m. DEBIT ARTESIEN 11 m³/ HEURE.
 AVEC POMPAGE AIRLIFT 30 m³/ HEURE.
 TEMPERATURE DE L'EAU 56°

FORAGE INCLINE A 10 cm /m.

Société d'Exploitation Forages
GARCIA
 5, Lotissement Crés d'Amon
 66380 PIA
 Tél. 68.63.25.96

10957X0024 V3 Dr DEFOUILLOY

Annexe 4

Données Extraits de l'acte de vente du 1er octobre 1959

dans les bureaux de l'Etablissement Thermal de Vernet les Bains.

Ladite Société Civile constituée suivant acte sous signatures privées en date à Vernet les Bains du vingt deux septembre mil neuf cent cinquante huit.

Ce qui est accepté par Mr Marcel DENIZOT, Administrateur de Société, demeurant à Vernet les Bains, Etablissement Thermal.

Agissant au nom et pour le compte de ladite Société Civile Immobilière de Vernet les Bains N°II, et en qualité d'Administrateur ayant la signature sociale, en conformité de l'article onze des statuts de ladite société, dont un exemplaire certifié conforme, est demeuré annexé à la minute d'un acte de dépôt, reçu ce jourd'hui même par le notaire soussigné, un peu avant les présentes.

Mr DENIZOT, es-qualités, ici présent.

Ient-L'immeuble dont la désignation suit :

- DESIGNATION -

Un corps d'immeuble comprenant l'Etablissement Thermal proprement dit, l'hôtel dit "Des Commandants" et la villa dite "Les Roches", le tout d'un seul tenant, sis en la Commune de Vernet les Bains, cadastré au lieu dit "Villages" section D, N°477, l'ensemble d'une tenance au sol y compris le sol des bâtisses, de dix ares.

Confrontant : du Nord, la parcelle section D, N°634, appartenant à la Sté D'Exploitation des Eaux de Vernet les Bains S.A. ; de l'Est la même ; du Midi, la parcelle section A, N°691, appartenant à la même société, et aussi la confrontant pour partie, à l'Ouest ; et de l'Ouest encore, la parcelle, section A, N°692 appartenant à la Commission Administrative des maisons familiales de l'Armée.

IIent - L'Etablissement Thermal, installations de bains et tous immeubles par destination dépendant du corps d'immeuble ci-dessus.

IIIent - Tous les objets mobiliers et le matériel servant à l'exploitation de l'Etablissement Thermal décrit et estimé dans un état dressé par les parties et qui demeurera annexé après mention aux présentes, après avoir été des comparants, certifié véritable.

IVent - Et tous les droits pouvant appartenir à la Commune de Vernet les Bains sur les concessions d'eaux thermales (précision étant faite ici que la société acquéreuse fera son affaire personnelle en ce qui concerne toutes demandes de concessions aux eaux thermales.)

Tel que le tout existe actuellement, s'étend, se poursuit et comporte, sans aucune exception ni réserve.

- LOCATIONS -

Les parties déclarent que les immeubles présentement

Toutes les servitudes et conditions particulières concernant les constructions, création d'hôtel ou pension de famille de ne créer aucun commerce susceptible de produire des odeurs ou du bruit, ainsi que les conditions pour l'arrosage et les canalisations sont stipulées comme sur les actes précédemment relatés.

En conséquence, par suite de la présente vente par la Commune de Vernet les Bains à la Société Civile Immobilière de Vernet les Bains N°II, celle-ci, pour ce qui intéresse l'immeuble vendu, sera substituée dans tous les droits et actions de la Société Thermale de Vernet les Bains, précédente venderesse, en ce qui concerne toutes les conditions ci-dessus relatées dans les ventes précitées et réserves faites à son profit, mais aussi elle sera tenue des engagements pris par ladite Société Thermale de Vernet les Bains dans ces divers actes. †

La Commune de Vernet les Bains, venderesse, toutefois en ce qui concerne les eaux thermales pouvant être découvertes dans l'étendue du Territoire de la Commune, et pour elle Mr Nogué, es-nom, s'engage à appuyer toutes demandes faites par la Société acquéreuse, ou celle qui lui succède en vue d'obtenir l'exclusivité d'exploitation desdites sources, donnant d'ores et déjà à la Société acquéreuse, tout avis favorable et garanties pour les Sources connues à ce jour et exploitées par la Société d'Exploitation des Eaux de Vernet les Bains, et même celles qui ne sont pas exploitées actuellement, notamment celle qui alimentait l'Hôtel des Bains Mercader, actuellement le Centre d'Apprentissage Pierre CARTELET.-

CONTRIBUTIONS & IMPÔTS. - La Société civile immobilière de Vernet les Bains N°II, acquéreuse, acquittera à compter du onze mai mil neuf cent cinquante neuf, tous les impôts, contributions, taxes de toute nature, syndicales d'arrosage et autres, concernant l'immeuble objet de la présente vente, aux lieux et place de la Commune de Vernet les Bains, venderesse.-

ASSURANCES INCENDIE. - La Société acquéreuse, fera son affaire personnelle de toute police d'assurance incendie concernant l'immeuble vendu, à compter du jour de son entrée en jouissance; elle sera libre de continuer toute police en cours et pour cela, faire établir tout avenant; ou de choisir toute autre Compagnie d'Assurances qui lui conviendra; -

ABONNEMENTS & L'EAU, ELECTRICITE, ETC. - La Société acquéreuse, continuera aux lieux et place de la Commune de Vernet les Bains, venderesse, tous contrats d'abonnement en cours relatifs à l'eau, à l'électricité, téléphone et autres services publics relatifs à l'immeuble vendu. Elle se fera opérer la mutation à son nom dans les plus brefs

Annexe 5

Arrêté du 15 mai 1996

MINISTERE DU TRAVAIL
ET DES AFFAIRES SOCIALES

REPUBLIQUE FRANCAISE

PARIS, le 15 MAI 1996

ARRETE

accordant l'autorisation d'exploiter, en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau des captages "Charlotte", "Nathalie" et "Dr. Defouilloy" situés à Vernet-les-Bains (Pyrénées-Orientales) et du mélange "Suzanne" situé à Vernet-les-Bains (Pyrénées-Orientales)

LE MINISTRE DU TRAVAIL ET DES AFFAIRES SOCIALES,

- VU l'article 1er de l'ordonnance du 18 juin 1823 portant règlement sur la police des eaux minérales,
- VU l'article L 751 du Code de la Santé Publique,
- VU le décret du 28 janvier 1860 modifié portant règlement d'administration publique sur la surveillance des sources et des établissements d'eaux minérales naturelles,
- VU le décret n° 57-404 du 28 mars 1957 modifié portant règlement d'administration publique sur la police et la surveillance des eaux minérales,
- VU la demande en date des 10 avril et 9 mai 1989 présentée par M. le Dr. A. DEFOUILLOY, Président Directeur Général de la Société d'Exploitation des Eaux de Vernet-les-Bains (SADEXO), à l'effet d'obtenir l'autorisation d'exploiter, en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau des captages "Charlotte", "Nathalie" et "Dr. Defouilloy" situés à Vernet-les-Bains (Pyrénées-Orientales) et du mélange "Suzanne" situé à Vernet-les-Bains (Pyrénées-orientales),
- VU le rapport et avis du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement de Languedoc-Roussillon, en date des 15 et 26 avril 1993,
- VU l'avis du Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales des Pyrénées-Orientales, en date du 15 novembre 1993 ,

ARTICLE 2 :

L'eau minérale naturelle de ces captages peut être exploitée :

- à l'émergence,
- après transport à distance par canalisation.

ARTICLE 3 :

Sont retenus, comme caractéristiques de l'eau minérale naturelle des captages "Charlotte", "Nathalie" et "Dr Defouilloy", les éléments figurant dans les résultats des analyses pratiquées par le Laboratoire National des Etudes Hydrologiques et Thermales sur les échantillons prélevés à l'émergence le 3 juillet 1995 et portés dans le tableau ci-après.

Les caractéristiques physico-chimiques de ces eaux ne doivent pas s'écarter de plus de 10 % des indications ci-après.

ARTICLE 4 :

Le débit d'exploitation maximal autorisé du captage "Charlotte" est de 5,4 m³/h.
Le débit d'exploitation maximal autorisé du captage "Nathalie" est de 7,5 m³/h.
Le débit d'exploitation maximal autorisé du captage "Dr Defouilloy" est de 12 m³/h.

ARTICLE 5 :

L'exploitation de l'eau minérale naturelle du captage "Charlotte" se fait par un forage réalisé de la façon suivante :

- de 0 à 3 m : tubage acier de 230 mm de diamètre intérieur avec cimentation de l'extrados,
- de 3 à 27 m : pose d'un tubage en PVC alimentaire en diamètre 180 mm avec cimentation de l'extrados sur 15 mètres,
- de 27 à 39 m : crépine type Jonhson,
- de 39 à 52 m : trou nu.

L'exploitation de l'eau minérale naturelle du captage "Nathalie" se fait par un forage réalisé de la façon suivante :

- de 0 à 41 m : tubage en acier inoxydable de 216 mm de diamètre avec cimentation de l'extrados,
- de 41 à 140 m : tubage plein et tube crépiné alterné en diamètre 125 mm.

L'exploitation de l'eau minérale naturelle du captage "Dr Defouilloy" se fait par un forage incliné de 10 cm/m réalisé en diamètre de 165 mm sur 31 m avec un tubage en acier inoxydable de 160/168 mm de diamètre avec crépine en acier inoxydable sur 6,5 m de hauteur. Les 15 premiers mètres sont cimentés.

Sources de Vernet-les-Bains (66)	Charlotte émergence 3/07/95		Nathalie émergence 3/07/95		Dr Defouilloy émergence 3/07/95		Suzanne mélange des 3 sources 3/07/95		
Lieu de prélèvement Date du prélèvement du Laboratoire									
Température en °C	48,3		47,5		55,8		50,7		
pH	9,2		9,2		9,3		9,2		
Conductivité en µS/cm à 20°C	245		244		246		247		
Alcalinité en ml N/10	18		17,5		17,7		16,8		
Sulfuration totale en mMole/l	0,14		0,13		0,14		0,11		
SiO ₂ en mg/l	70,3		66,4		65,9		66,1		
CO ₂ libre en mg/l	32		< 20		< 20		< 20		
H ₂ S dissous en mg/l	0,02		0,01		0,01		0,01		
Résidu sec à 180°C en mg/l	216		212		216		213		
Résidu sulfaté en mg/l	255		252		255		254		
ANIONS en mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	
HS-	Sulfhydryle	4,6	0,139	4,3	0,129	4,6	0,139	3,6	0,110
S ₂ O ₃ --	Thiosulfates	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5	
SO ₄ --	Sulfates	21,4	0,446	22,1	0,460	22,2	0,462	21,5	0,448
OH-	Hydroxydes	1,3	0,078	1,3	0,074	2,6	0,151	1,5	0,090
CO ₃ --	Carbonates	6,3	0,211	6,2	0,208	6,8	0,227	6,0	0,198
HCO ₃ -	Hydrogencarbonates	60,6	0,994	60,2	0,986	48,5	0,795	55,7	0,913
H ₃ SiO ₄ -	Silicates	36,0	0,378	33,5	0,352	43,4	0,456	35,1	0,370
Cl-	Chlorures	8,9	0,251	8,7	0,245	13,5	0,381	12,6	0,355
NO ₃ -	Nitrates	< 1		< 1		< 1		< 1	
NO ₂ -	Nitrites	0,02	0,000	0,02	0,000	0,02	0,000	0,02	0,000
F-	Fluorures	6,3	0,332	6,3	0,332	6,5	0,342	6,4	0,337
PO ₄ --	Phosphates	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
	<i>Total anions</i>		2,829		2,788		2,956		2,820
CATIONS en mg/l									
Ca ⁺⁺	Calcium	1,7	0,085	1,7	0,085	1,6	0,080	1,7	0,085
Mg ⁺⁺	Magnésium	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
K ⁺	Potassium	1,5	0,038	1,5	0,038	1,5	0,038	1,5	0,038
Na ⁺	Sodium	60	2,609	60,7	2,639	65	2,826	61	2,652
Li ⁺	Lithium	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Fe ⁺⁺	Fer	< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005	
Mn ⁺⁺	Manganèse	< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,001	
Sr ⁺⁺	Strontium	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
NH ₄ ⁺	Ammonium	0,1		0,1	0,006	0,1	0,006	0,1	0,006
	<i>Total cations</i>		2,732		2,762		2,944		2,775
ELEMENTS TRACES en µg/l									
Al	Aluminium	6		6		19		15	
As	Arsenic	< 5		< 5		< 5		< 5	
B	Bore	400		400		250		440	
Cd	Cadmium	< 1		< 1		< 1		< 1	
Cr	Chrome	< 1		< 1		< 1		< 1	
Cu	Cuivre	< 5		< 5		< 5		< 5	
Pb	Plomb	< 10		< 10		< 10		16	
Se	Sélénium	< 10		< 10		< 10		< 10	
Zn	Zinc	< 5		< 5		< 5		< 5	

Chaque tête de forage est réalisée en inox qualité DN 125 et se trouve prolongée par une vanne papillon. Elles sont munies d'un manomètre, d'un thermomètre, d'une vanne de prélèvement et d'un compteur, le tout étant protégé par un ouvrage maçonné couvert, muni d'une porte.

ARTICLE 6 :

Le périmètre sanitaire d'émergence du captage "Charlotte" est constitué par la surface couverte par l'ouvrage maçonné protégeant ce captage, il se situe à 4 mètres de l'angle Sud du bâtiment dit des Sources, sur la parcelle cadastrée n° 691 – section A..

Le périmètre sanitaire d'émergence du captage "Nathalie" est constitué par la surface couverte par l'ouvrage maçonné protégeant ce captage, il se situe à 14 mètres à l'angle Sud du bâtiment dit des Sources, sur la parcelle cadastrée n° 691 – section A.

Le périmètre sanitaire d'émergence du captage "Dr Defouilloy" est constitué par la surface couverte par l'ouvrage maçonné protégeant ce captage, il se situe à 4 mètres du mur Nord du bâtiment administratif des Sources, sur la parcelle cadastrée n° 881 – section A.

A l'intérieur de ces périmètres sont interdits tous actes ou travaux de nature à compromettre la pureté de l'eau.

ARTICLE 7 :

Le transport de l'eau minérale naturelle du captage "Charlotte" s'effectue du point d'émergence jusqu'à l'établissement thermal, par une canalisation en PVC de diamètre 110 mm jusqu'aux réservoirs 9 et 10 de 3 m³ chacun qui sont réservés aux soins ORL. La partie non utilisée sera dirigée vers le réservoir n° 5 de 102 m³ pour se mélanger à l'eau des forages "Dr Defouilloy" et "Nathalie".

Le transport de l'eau minérale naturelle du captage "Nathalie" s'effectue du point d'émergence jusqu'aux piscines thermales, par une canalisation en PVC de diamètre 110 mm. Cette canalisation traverse en souterrain le canal des Estrilles puis rentre en sous-sol dans les thermes. Une partie de l'eau thermale est refroidie et dirigée vers le réservoir n° 8 de 22 m³. L'excédent peut être dirigé vers l'un ou l'autre des réservoirs n° 1, 2, 3 ou 4 par une canalisation en PVC de 40 mm de diamètre.

Le transport de l'eau minérale naturelle du captage "Dr Defouilloy" s'effectue, depuis le forage, jusqu'aux réservoirs situés dans le bâtiment des thermes, par une canalisation en PVC de diamètre 110 mm. Cette canalisation franchit, en souterrain, le canal des Estrilles et la route d'accès à l'établissement.

ARTICLE 8 :

Est autorisée, dans les conditions légales et réglementaires, ainsi que dans les conditions particulières, définies aux articles suivants, l'exploitation, en tant qu'eau minérale naturelle, du mélange, dénommé "Suzanne", composé de l'eau des captages "Charlotte", "Nathalie" et "Dr Defouilloy" situés à Vernet-les-Bains (Pyrénées-Orientales).

ARTICLE 9 :

L'eau minérale naturelle de ce mélange peut être exploitée après transport à distance par canalisation.

ARTICLE 10 :

Sont retenus, comme caractéristiques de l'eau minérale naturelle du mélange "Suzanne", les éléments figurant dans les résultats des analyses pratiquées par le Laboratoire National des Etudes Hydrologiques et Thermales, sur les échantillons prélevés le 3 juillet 1995 et portés dans le tableau ci-dessus.

Les caractéristiques physico-chimiques de ce mélange ne doivent pas s'écarter de plus de 10% des indications ci-dessus.

ARTICLE 11 :

Le transport de l'eau minérale naturelle du mélange "Suzanne" s'effectue soit directement en provenance des forages "Charlotte" et "Nathalie", soit après passage dans un échangeur de refroidissement pour l'eau du forage "Dr Defouilloy", dans l'un des 8 réservoirs de stockage d'une capacité globale de 656 m³.

Des piquages pour prélèvements sont installés en amont et en aval de chacun des mélanges, pour analyses de contrôle

ARTICLE 12 :

Toute modification dans l'exploitation et toute variation dans les caractéristiques physico-chimiques de l'eau en dehors des limites indiquées aux précédents articles, doivent être portées à la connaissance du Préfet.

ARTICLE 13 :

Des robinets doivent permettre d'effectuer les prélèvements prévus par la réglementation.

ARTICLE 14 :

Les autorisations sus-indiquées sont accordées pour trente ans à partir de la date d'effet du présent arrêté.

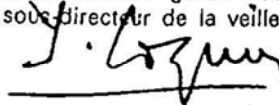
Deux ans au moins avant l'expiration de ce délai, le titulaire devra, s'il entend continuer l'exploitation, solliciter une nouvelle autorisation.

ARTICLE 15 :

Le Directeur Général de la Santé est chargé de l'exécution du présent arrêté dont mention sera insérée au Journal Officiel de la République Française.

Fait à Paris, le 15 MAI 1996

Pour le Ministre et par délégation
Pour le Directeur général de la santé
Le sous-directeur de la veille sanitaire



Docteur Yves COQUIN



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin - BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Languedoc Roussillon
1039 rue de Pinville
34000 Montpellier - France
Tél. : 04 67 15.79 80