

Document public



Ressource en eau thermique de la station des Fumades à Allègre Etat des lieux

Rapport final

BRGM/RP-59873-FR
juillet 2011



Géosciences pour une Terre durable
brgm

Ressource en eau thermale de la station des Fumades à Allègre Etat des lieux

Rapport final

BRGM/RP-59873-FR
juillet 2011

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 : Clotilde Bertin

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.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : Les Fumades, Allègre, eau thermale, ressource, qualité, protection, exploitation

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

Petit V., Le Goff E. (2011) - Ressource en eau thermale de la station des Fumades à Allègre – État des lieux. BRGM/RP-59873-FR, 73 p., 24 ill., 5 ann.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

L'analyse de la ressource en eau minérale de la station thermale des Fumades à Allègre 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 du Gard 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 thermale des Fumades à Allègre permet de préciser les points principaux suivants :

- concernant les **connaissances** du **gisement** et du système hydrothermal, les données disponibles permettent de situer la zone de recharge. Par contre, la partie profonde du circuit des eaux thermales est mal connue. Le schéma de l'émergence reste encore indéterminé ;
- concernant le **fluide thermal**, ses caractéristiques sont relativement bien connues ;
- concernant les **conditions d'exploitation** de la ressource, elles semblent adaptées au site et à son équipement sur la base d'un historique de données court (début de l'exploitation de Phénix en février 2008) ;
- concernant la **sécurité d'approvisionnement** du site thermal, le site est alimenté par un seul forage ; il n'y a pas de forage de secours ;
- concernant le **suivi d'exploitation** de la ressource, il est correct bien que des compléments soient proposés ;
- concernant le contexte **environnemental** du site d'exploitation, il doit être surveillé avec attention sur le secteur des émergences.
- concernant le cadre **réglementaire** d'exploitation de la ressource, quatre sources bénéficient d'un périmètre de protection établi au titre de la DIP (Déclaration d'intérêt Public) et d'un périmètre de protection. L'exploitation de Phénix est autorisée par décret ;

À **court terme** les pistes de progrès qu'il est recommandé de suivre pour renforcer la qualité de la ressource en eau thermale des Fumades concernent l'amélioration de la connaissance du site :

- sur le plan géologique dans le secteur des Fumades,
- sur le plan piézométrique sur le site et en amont du site.

À **moyen terme** les pistes de progrès qu'il est recommandé de suivre pour renforcer la qualité de la ressource en eau thermale des Fumades sont :

- la sécurisation de la production d'eau thermale par la réalisation d'un forage de secours ;
- l'amélioration de la connaissance du secteur des émergences et du réservoir profond par des investigations appropriées (géophysique haute résolution et analyses isotopiques).

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. CADRE DU PROGRAMME RÉGIONAL THERMALISME.....	9
1.2. MODALITÉS D'INTERVENTION	9
2. La station thermique des Fumades à Allègre.....	11
2.1. CONTEXTE GÉNÉRAL DU SECTEUR DES FUMADES À ALLÈGRE	11
2.1.1. Contexte géographique	11
2.1.2. Contexte climatique	12
2.2. L'ACTIVITÉ THERMALE DE LA STATION	15
2.2.1. Historique des activités thermales	15
2.2.2. Nature de l'activité thermique	17
2.2.3. Importance de l'activité thermique	18
3. La ressource en eau thermique de la station des Fumades à Allègre	19
3.1. APPROCHE THÉORIQUE DE LA NOTION DE GISEMENT	19
3.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	21
3.2.1. Contexte géologique régional	21
3.2.2. Contexte géologique local	21
3.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LE GISEMENT DES FUMADES À ALLÈGRE	25
3.3.1. Aire d'alimentation et circulation de l'eau "per descensum"	25
3.3.2. Stockage de l'eau dans le réservoir en profondeur :	25
3.3.3. Circulation de l'eau "per ascensum"	26
3.4. LE FLUIDE THERMAL.....	29
3.4.1. Caractérisation physico-chimique de la ressource (sources)	29
3.4.2. Caractérisation isotopique des sources	30
3.4.3. Caractérisation physico-chimique de la ressource (Phénix).....	31
3.4.4. Considérations générales sur la ressource	32
3.5. LA MISE EN PRODUCTION – LES ÉQUIPEMENTS.....	34
3.5.1. Les captages abandonnés	34
3.5.2. Les équipements de production	34

3.5.3. Essais hydrauliques	36
3.5.4. Les conditions de transport, stockage et maintenance	37
3.5.5. La relation ressources / besoins	37
3.6. LE SUIVI D'EXPLOITATION – LA MAINTENANCE.....	38
3.6.1. Suivi d'exploitation	38
3.6.2. Données du suivi d'exploitation (exemple).....	40
3.6.3. Dispositif de maintenance	41
3.7. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE.....	42
4. Conclusion.....	45
4.1. LA SITUATION ACTUELLE DE LA RESSOURCE THERMALE.....	45
4.2. LES PISTES DE PROGRÈS À COURT ET MOYEN TERME	46

Liste des illustrations

Illustration 1 : La station thermale d-Allègre-Les-Fumades et les autres sites d'exploitation d'eau thermale de la région Languedoc-Roussillon.	11
Illustration 2 : Plan de situation de la station thermale Les Fumades (Fond IGN).	12
Illustration 3 : Carte de situation de la commune d'Allègre et des stations météorologiques (Alès et Salindres).	13
Illustration 4 : Moyenne mensuelle des températures sur le poste météorologique de Salindres pour la période 1999 à 2009.	13
Illustration 5 : Cumul annuel des précipitations sur les postes météorologiques de Salindres et d'Alès pour la période 1999 à 2009.	14
Illustration 6 : Moyenne mensuelle des précipitations sur les postes météorologiques de Salindres et d'Alès pour la période 1999 à 2009.	14
Illustration 7 : L'établissement thermal Des Fumades (2011).	17
Illustration 8 : Evolution de l'activité thermale pour la période 2001 à 2010	18
Illustration 9 : Schéma de principe du circuit hydrothermal.....	20
Illustration 10 : Contexte structural du site des Fumades (Extrait document AIGHA).	22
Illustration 11 : Coupe NW-SE passant par le site des Fumades (Extrait document AIGHA).	22
Illustration 12 : Légende des formations géologiques de la coupe précédente	23
Illustration 13 : Aperçu géologique régional (extrait 250 000 ^e adapté).	23
Illustration 14 : Coupe NNW-SSE passant par le site des Fumades	24
Illustration 15 : Sources thermales à proximité du site des Fumades.	27

Illustration 16 : Plan de situation des sources des Fumades en 1879 (document d'archive)	28
Illustration 17 : Caractéristiques physico-chimiques du forage Phénix et des sources Etienne et Romaine.	31
Illustration 18 : Diagramme de Schoeller-Berkaloff (Sources Romaine, Étienne et Phénix).	32
Illustration 19 : Position des forages (photo géoportail).....	34
Illustration 20 : Photos des têtes des forages Phénix et SC2.....	36
Illustration 21 : Instrumentation en place sur la source Victorine.	39
Illustration 22 : Suivi physico-chimique des eaux du forage Phénix.....	40
Illustration 23 : Suivi des paramètres profondeur, débit, conductivité et température du forage Phénix pour la période 2008 à 2010.	41
Illustration 24 : Contour du périmètre de protection établi au titre de la DIP.	42

Liste des annexes

Annexe 1 Eléments de bibliographie	47
Annexe 2 Données météorologiques.....	51
Annexe 3 Coupes des forages.....	55
Annexe 4 Analyse de référence de l'autorisation d'exploitation du forage "Phénix"	59
Annexe 5 Arrêté n° 2009-134-5 (Autorisation d'exploitation du forage Phénix)	63

Liste des abréviations

ARS :	Agence Régionale de Santé
DIP :	Décret de Déclaration d'Intérêt Public
DPP :	Décret instituant un Périmètre de Protection
PSE :	Périmètre Sanitaire d'Émergence

1. Introduction

1.1. CADRE DU PROGRAMME RÉGIONAL THERMALISME

L'analyse de la ressource en eau thermale de la station des Fumades à Allègre 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 du Gard 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, dans le cadre du programme, de réaliser un état des lieux sur la ressource thermale, pour les sites qui adhèrent à la démarche qualité ressource proposée. Le présent rapport correspond à l'état des lieux de la ressource thermale des Fumades à Allègre dans le département du Gard.

Le programme régional est axé autour des principaux thèmes suivants :

- sensibilisation des acteurs du thermalisme à la démarche qualité pour 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. MODALITÉS 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 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 leur exploitation. Les états des lieux sont établis dans le cadre d'une approche consensuelle avec les stations thermales.

Pour les chroniques de données compilées, la période de référence retenue a été étendue, dans la mesure du possible, à la dernière décennie soit la période 2000-2010.

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 des Fumades ont été les suivants :

- recherche bibliographique aussi exhaustive que possible à partir de nombreuses sources d'informations et de documentation (site thermal d'Allègre, ARS, BRGM, Bureau d'étude, 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 de l'établissement thermal d'Allègre, de la mairie d'Allègre, du bureau d'étude Segard et d'experts travaillant sur le site (P. Bérard, F. lundt et JL Tessier). Le présent rapport est édité dans le cadre d'une approche consensuelle avec ces 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 des Fumades à Allègre

2.1. CONTEXTE GÉNÉRAL DU SECTEUR DES FUMADES À ALLÈGRE

2.1.1. Contexte géographique

La commune d'Allègre où se trouve la station thermale des Fumades, se situe à une quarantaine de km au nord de Nîmes et à une quinzaine de km au NE d'Alès dans le département du Gard (Cf. Illustration 1 et Illustration 2). Le site se trouve en bordure orientale de la plaine d'Alès à Barjac en limite de la garrigue du Mont Bouquet plus à l'est. La station thermale est implantée entre l'Auzonnet au nord et l'Alauzène au sud, au sud de la colline de la Côte Chaude.

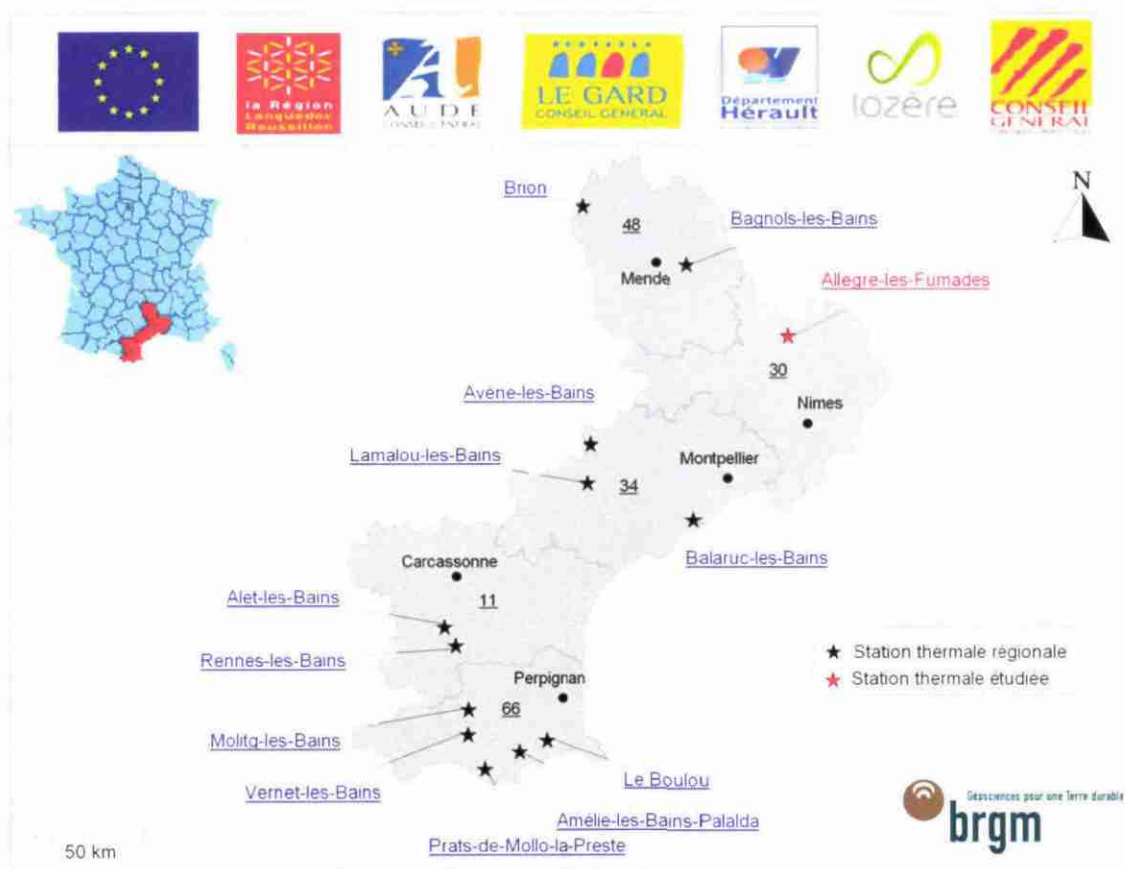


Illustration 1 : La station thermale d'Allègre-Les-Fumades et les autres sites d'exploitation d'eau thermale de la région Languedoc-Roussillon.

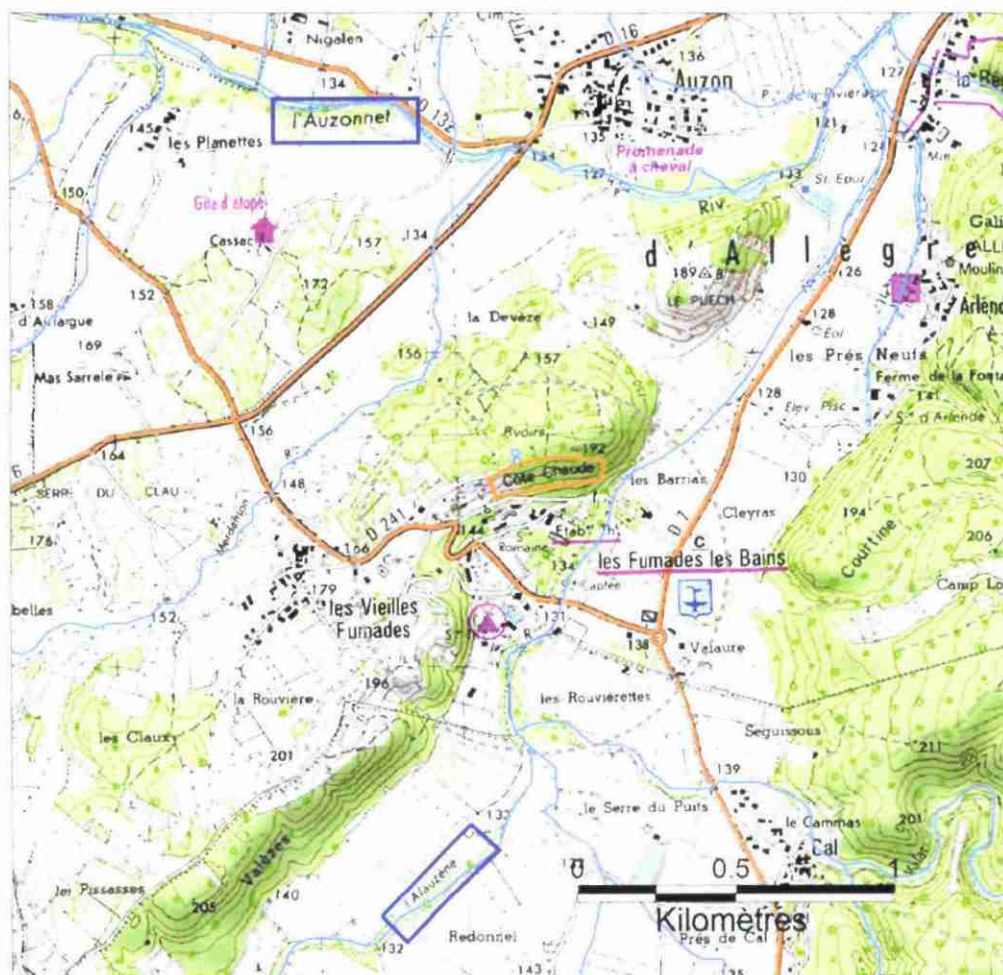


Illustration 2 : Plan de situation de la station thermique Les Fumades (Fond IGN).

La commune d'Allègre s'étend sur près de 25 km² ; l'altitude moyenne du village est de 130 m NGF. La population en 2007 est de 734 habitants (source INSEE).

2.1.2. Contexte climatique

Le climat est de type méditerranéen, plutôt doux dans l'ensemble l'hiver puis chaud à très chaud l'été. Les précipitations ont essentiellement lieu en automne avec quelques orages de chaleur en été, plus nombreux près des Cévennes. Des données de température et de précipitation ont été recueillies sur le site de Météo-France, sur les stations de Salindres et d'Alès dont la situation est précisée par l'illustration 3.

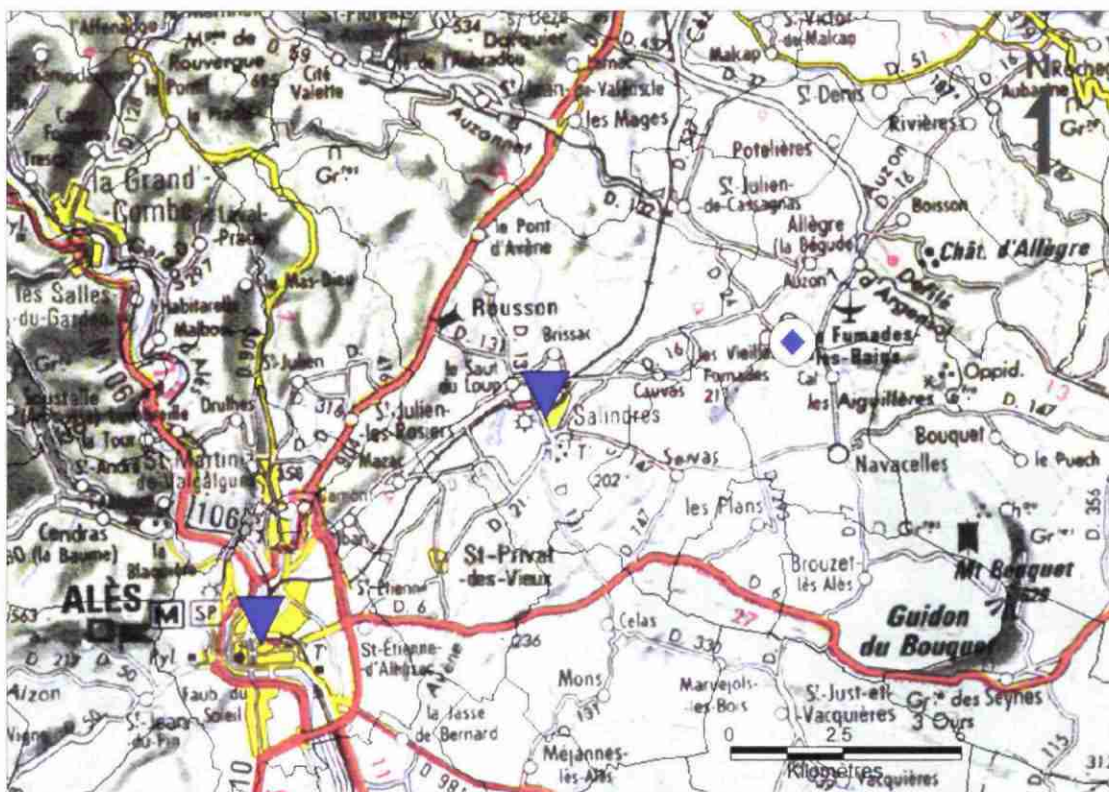


Illustration 3 : Carte de situation de la commune d'Allègre et des stations météorologiques (Alès et Salindres).

Les valeurs mensuelles de température de la station de Salindres ont été collectées sur la période 1999 à 2009, pour les températures minimale, moyenne et maximale. Les températures moyennes mensuelles varient de 5.7 à 23.2 °C (Cf. Illustration 4).

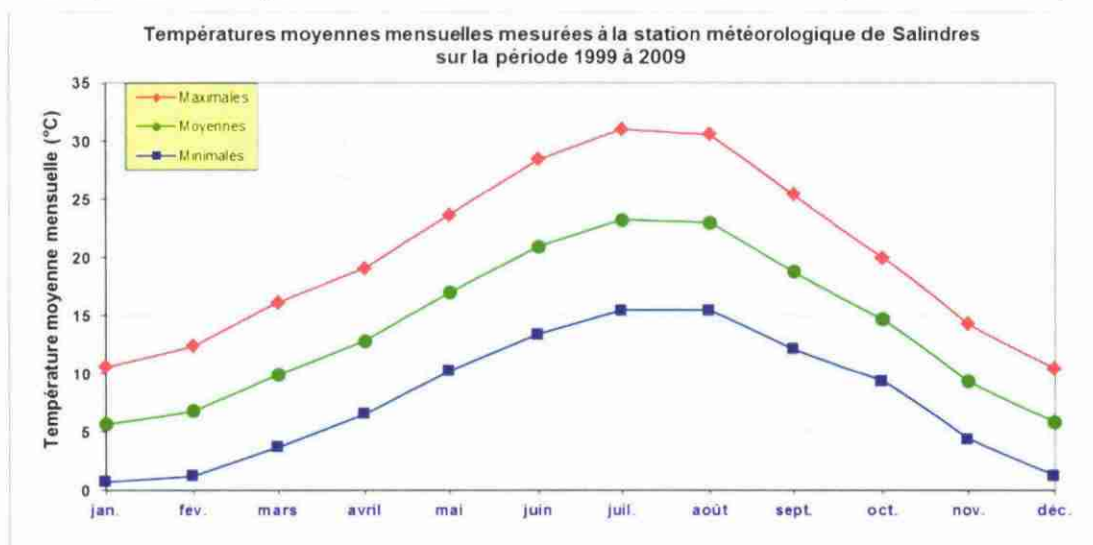


Illustration 4 : Moyenne mensuelle des températures sur le poste météorologique de Salindres pour la période 1999 à 2009.

Les précipitations mensuelles sont disponibles aux stations de Salindres et d'Alès de 1999 à 2009 (Cf. Illustration 5 et Illustration 6). Les données de la station d'Alès sont incomplètes sur la période novembre 2001 à juillet 2002 et en 2007. On note qu'au cours de l'année, les précipitations sont concentrées sur la période septembre-décembre (54% des précipitations à Salindres pour les années 1999/2009).

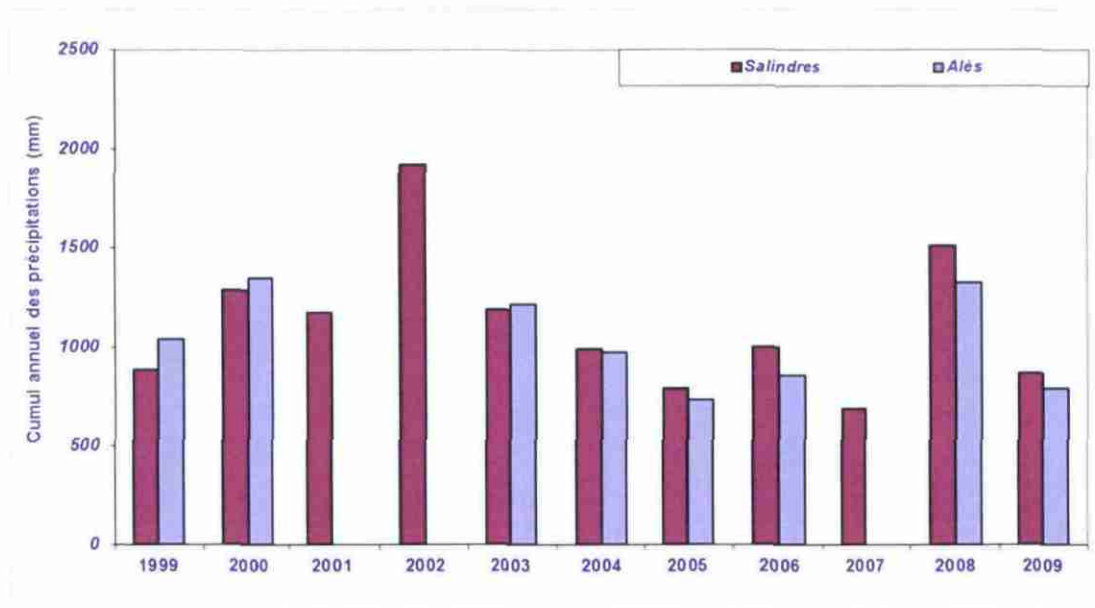


Illustration 5 : Cumul annuel des précipitations sur les postes météorologiques de Salindres et d'Alès pour la période 1999 à 2009.

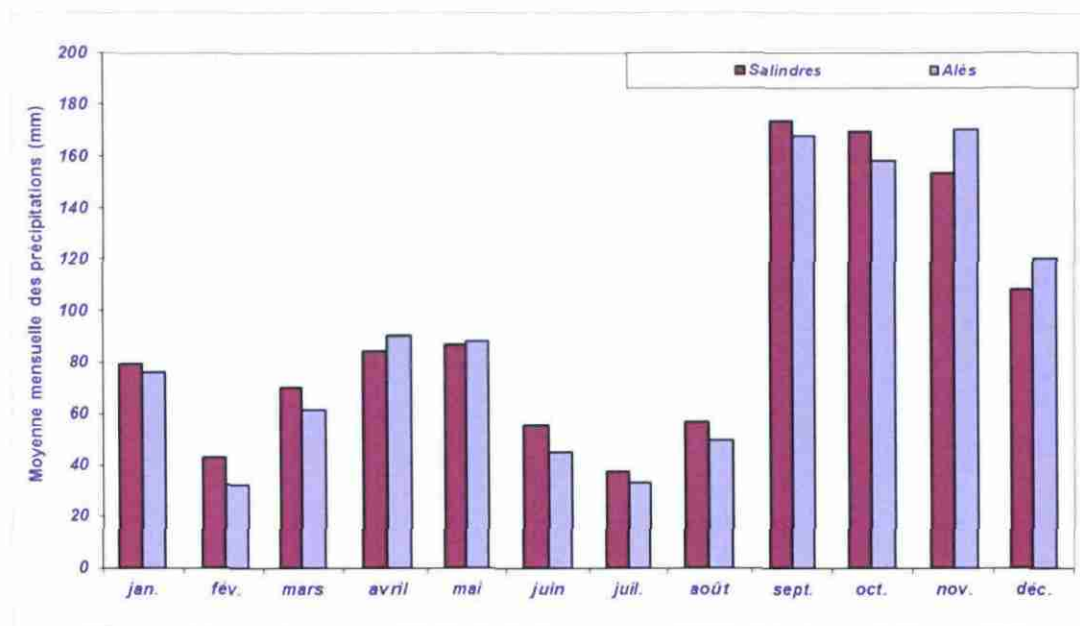


Illustration 6 : Moyenne mensuelle des précipitations sur les postes météorologiques de Salindres et d'Alès pour la période 1999 à 2009.

2.2. L'ACTIVITÉ THERMALE DE LA STATION

2.2.1. Historique des activités thermales

L'historique jusqu'en 1990 reprend celui des rapports BRGM et CEMER. Il est complété ensuite par des informations recueillies auprès de l'établissement thermal dans le cadre de cet état des lieux.

Certainement utilisées par les gaulois à partir de 350 av. JC, puis fréquentées par les romains depuis l'an 30 Av. JC jusqu'en 388, les sources des Fumades, connues sous le nom de Fontaine Pudente d'Auzon, n'ont été utilisées, pendant tout le Moyen Age et jusqu'en 1875, que pour des usages vétérinaires. L'appellation de Fumades qui est restée, désignait alors les enclos où étaient rassemblés les animaux destinés à être soignés. Le dégagement important des vapeurs sulfureuses pourrait également expliquer cette dénomination.

Après cette période, les eaux sont à nouveau utilisées en thérapeutique humaine, les médecins d'alors disaient de ces eaux qu'elles avaient à peu près les mêmes propriétés que celles d'Euzet.

Après l'exploitation de la Source Roussel, le site fait l'objet d'une exploitation anarchique avec le captage plus ou moins heureux de 14 sources différentes.

À partir de 1854, la station prend un caractère officiel avec une série de décrets de classement et arrêtés d'autorisation ou décrets d'intérêt public de 6 sources principales : Romaine, Zoé, Pierre, Julia, Etienne et Thérèse et de la source Justet, du nom de ses propriétaires, qui fait l'objet d'une exploitation concurrente.

En 1906, une société financière anglaise avec en partie des capitaux allemands crée "Les Fumades-les-Bains Development Company Limited". Sous la direction de Monsieur de Prévignaud, administrateur délégué, la station thermale des Fumades est totalement transformée, rénovée et modernisée puis inaugurée officiellement le 30 juin 1907. Le développement et l'essor de la station est alors considérable.

Avec la déclaration de guerre de 1914-1918 et la mise sous séquestre des biens de société, commence le déclin de la station. La société est dissoute en 1921. Le Département du Gard reprend la station des Fumades en 1924 mais les eaux se révèlent polluées à différentes reprises. À partir de 1924, la station retombe dans l'oubli. Pendant la guerre, elle sert de refuge à 800 personnes âgées venus de Marseille puis les bâtiments sont occupés par un régiment de parachutistes allemands.

Vendue aux enchères après l'armistice, une grande partie des bâtiments est démantelée. Suite à ces divers avatars et en raison de l'état de dégradation des lieux et de la pollution des captages, le Préfet du Gard interdit, en date du 30 janvier 1946, la consommation de ces eaux. Les locaux servent d'abri à des forces de police en 1948.

Les différentes enquêtes et rapports établis en 1950, en 1951 et en 1953 démontrent l'aggravation de la contamination. Le professeur Denizot, collaborateur principal à la

carte géologique, présente, dans son rapport du 10 mars 1954, un projet de réfection des sources en préconisant des travaux de protection à entreprendre pour ne conserver que les sources Romaine et Etienne.

Les travaux de réfection des captages de la source Romaine sont terminés en juin 1954, ceux de la source Étienne en juillet 1955. Les travaux consécutifs à l'abandon des sources Zoé et Julia sont effectués en 1955 et 1956, et ceux destinés à l'abandon des sources Pierre et Thérèse en 1963.

En 1958, le Département du Gard cède la propriété. La station est alors gérée par la Société civile Immobilière des Fumades qui en devient propriétaire. L'exploitant de la station est la Société d'Exploitation Thermale "Les Fumades".

Deux sources sont alors exploitées : Romaine et Étienne. La source Justet a été abandonnée et murée après le rapport d'enquête du 31 mai 1977 de C.Sauvel qui propose un nouveau périmètre de protection des sources Romaine et Étienne, suite à l'abandon de la source Justet et à la disparition de son périmètre de protection ; il modifie légèrement le tracé délimité en 1954 par le professeur Denizot. Dans ce rapport, un périmètre sanitaire d'urgence pour chaque source est défini ainsi que les modalités d'abandon de la source Justet. Cette dernière a été abandonnée et murée après le rapport d'enquête.

En décembre 1989, le Conseil Général du Gard rachète une partie du foncier du site des Fumades à la SCI "Les Fumades" qui englobe les sources Étienne et Romaine ; il rachète aussi la SARL d'exploitation thermale et la SARL fermière pour l'exploitation thermale de l'hôtel-restaurant. Par fusion-absorption, il crée la société Thermale "Les Fumades".

La Société d'économie Mixte SOGATHERM est créée en décembre 1990 ; elle exploite actuellement la station thermale.

D'importants travaux de rénovation des thermes et environs ont été entrepris en 1990. En 1994, est inauguré le bâtiment actuel (Cf. Illustration 7).

À partir de 2001, la Mairie d'Allègre-les-Fumades s'implique fortement dans la rénovation du site. Aujourd'hui, un vaste projet est mené par les Mairies d'Alès et de Allègre, à travers un syndicat intercommunal à vocation unique (SIVU).

La construction d'un nouvel établissement thermal est à l'étude.



Illustration 7 : L'établissement thermal Des Fumades (2011).

2.2.2. Nature de l'activité thermique

Le site internet de la station indique les vertus thérapeutiques des eaux des Fumades. Les eaux ont une action kéroplastique, kératisante, cicatrisante et désinfectante. Le soufre thermal, conjugué aux actions complémentaires du calcium et du magnésium, joue un rôle considérable dans le processus anti-infectieux des voies respiratoires et permet d'améliorer les défenses immunitaires naturelles.

L'activité thermique s'applique donc aux traitements des :

- voies respiratoires,
- problèmes dermatologiques,
- affections des muqueuses buccales.

2.2.3. Importance de l'activité thermale

Le nombre de curistes, après avoir baissé entre 1999 et 2004, se stabilise ensuite autour de 1400 par an depuis 2004. La baisse de fréquentation enregistrée en 2010 s'explique par une ouverture partielle de la station.

ANNEE	Nombre de curistes
2001	2031
2002	1920
2003	1754
2004	1780
2005	1181
2006	1433
2007	1448
2008	1462
2009	1329
2010	1124

Le graphique ci-après (Cf. illustration 8) permet de comparer l'importance de l'activité thermale de la station des Fumades par rapport à l'activité thermale de la Région d'une part et de l'ensemble du territoire national d'autre part.

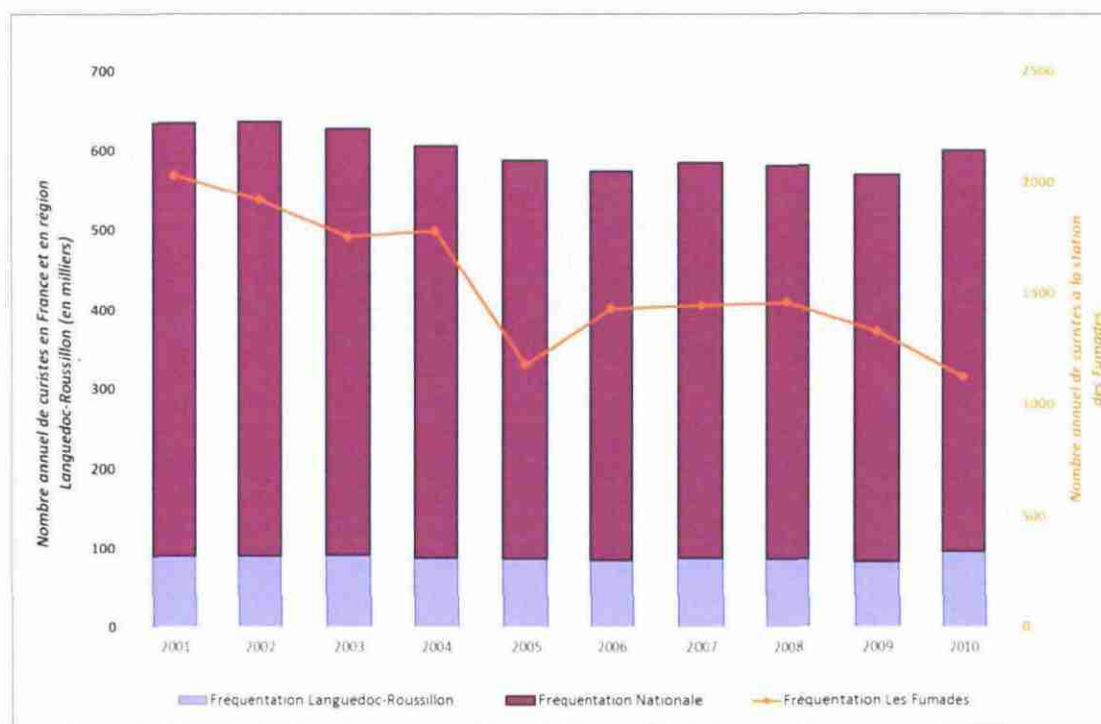


Illustration 8 : Evolution de l'activité thermale pour la période 2001 à 2010.

3. La ressource en eau thermale de la station des Fumades à Allègre

3.1. APPROCHE THÉORIQUE 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. On peut distinguer ainsi (Cf. 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 est vaste en volume mais à vitesse d'écoulement lente, à travers lequel l'eau descend et se réchauffe. 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 $+3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 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 des gaz, certains inertes du point de vue chimique (gaz rares, azote N_2), et d'autres comme le gaz carbonique CO_2 ou le sulfure d'hydrogène H_2S , 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 au cours de son 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 à proximité de la surface.

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.

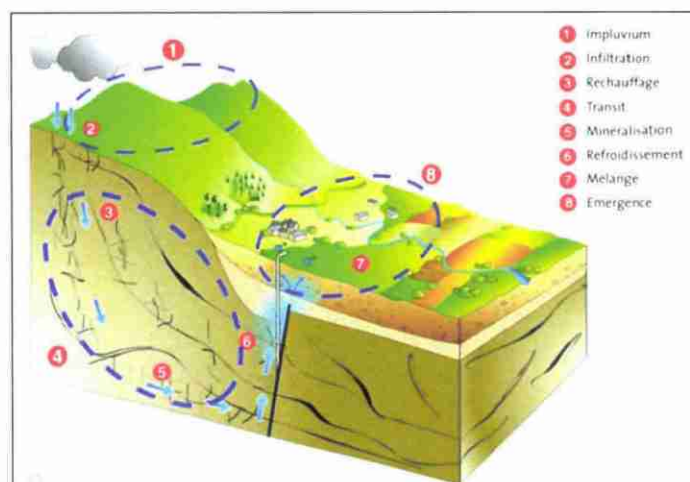


Illustration 9 : Schéma de principe du circuit hydrothermal.

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 correspond à un point sur la surface du sol, en relation avec 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 thermale des Fumades sera décrite sur le plan géologique, puis hydrogéologique.

3.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

3.2.1. Contexte géologique régional

La station thermique des Fumades se situe sur la bordure orientale du fossé d'effondrement d'Alès, d'orientation générale NE-SW. Ce fossé initié dès le fin du crétacé continue à subsider du Stampien (33.9 Ma) à l'Oligocène supérieur (23 Ma); il est limité à l'ouest par la faille des Cévennes et à l'est par la faille de Barjac. Ce fossé est comblé par des sédiments détritiques éocènes et oligocènes dont la puissance est supérieure à 1500 m au centre. Ses bordures sont représentées par des formations de l'Eocène et du Crétacé.

3.2.2. Contexte géologique local

Le site des Fumades est structuralement complexe. Le recouvrement quaternaire et éocène (colluvions caillouteuses et argileuses peu épaisses et altérées) masque une grande partie des affleurements et des structures. Par ailleurs, les forages n'existent pas en nombre suffisant et il n'y a pas eu de campagne de géophysique profonde pour disposer d'une géométrie fiable des formations dans le secteur.

L'interprétation des données disponibles est délicate à cause de la présence de formations du Crétacé inférieur (Hauterivien et Barrémien à faciès urgonien) en contact anormal avec des formations tertiaires (Ludien et Stampien). Actuellement, deux coupes interprétatives sont proposées pour expliquer la géométrie des unités lithologiques sur la bordure orientale du fossé d'Alès.

- **Première hypothèse.**

Elle a été formulée la première fois par Sauvel en 1977. Sur une coupe Est-Ouest, un réseau de failles subparallèles à la faille de Barjac découpe l'ensemble des unités. En particulier, la colline de Coste Chaude constituée de formations d'âge crétacé érodées puis recouvertes par des formations d'âge éocène, forme un horst limité par deux failles.

La dépression comprise entre ce horst et les garrigues du Mont Bouquet correspond à un petit graben parallèle au fossé d'Alès. Ce schéma suppose des failles subverticales (Cf. illustrations 10 et 11). La station des Fumades est localisée entre le horst et la dépression plus à l'Est.

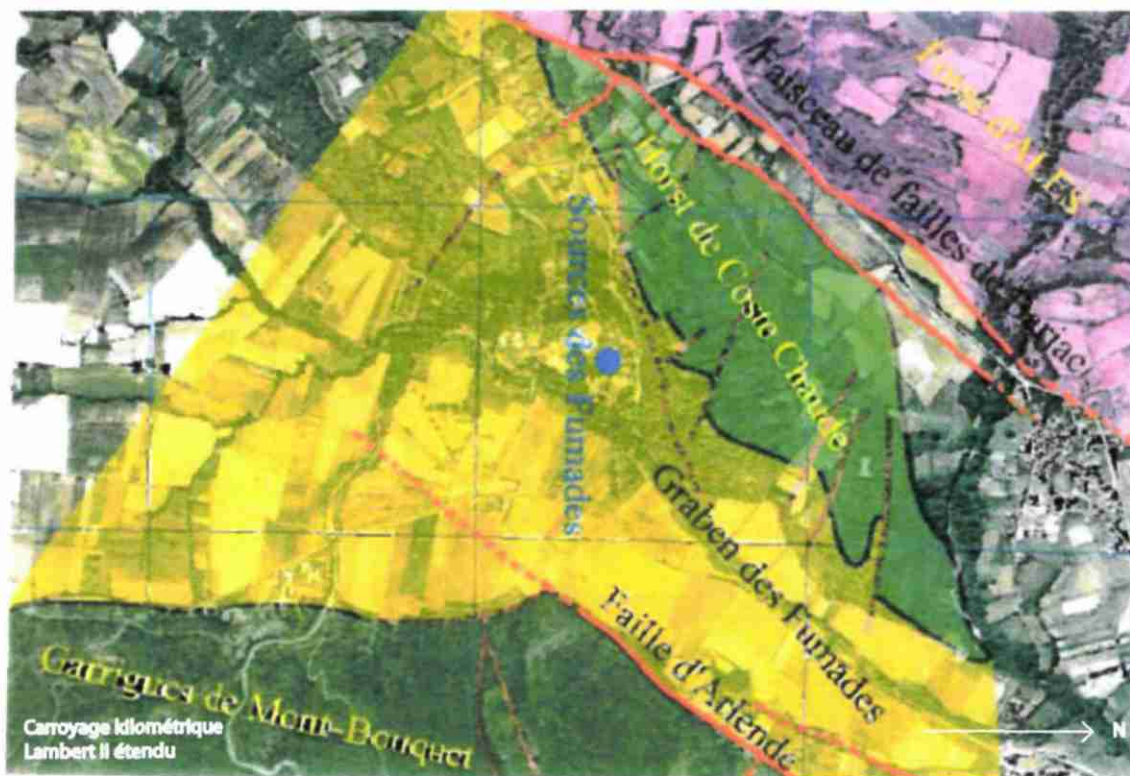


Illustration 10 : Contexte structural du site des Fumades (Extrait document AIGHA).

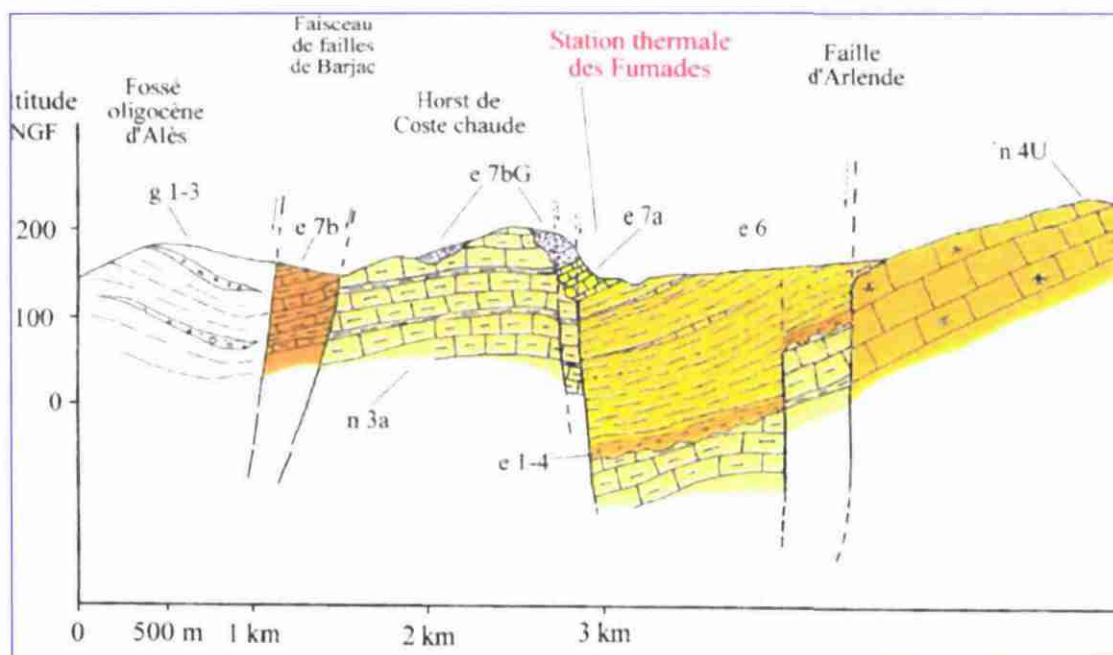


Illustration 11 : Coupe NW-SE passant par le site des Fumades (Extrait document AIGHA).

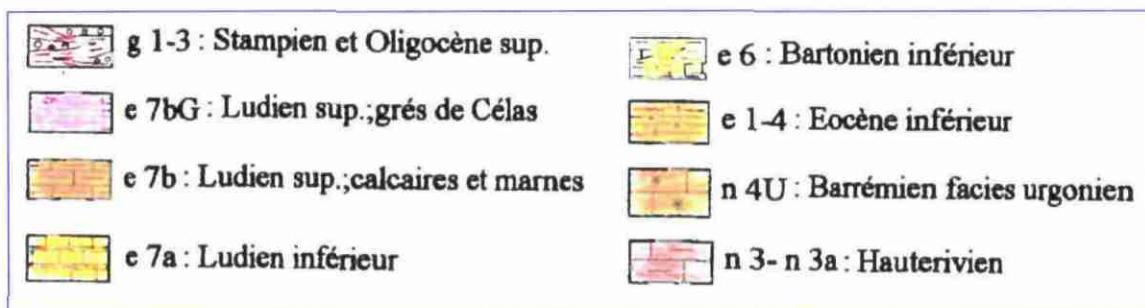


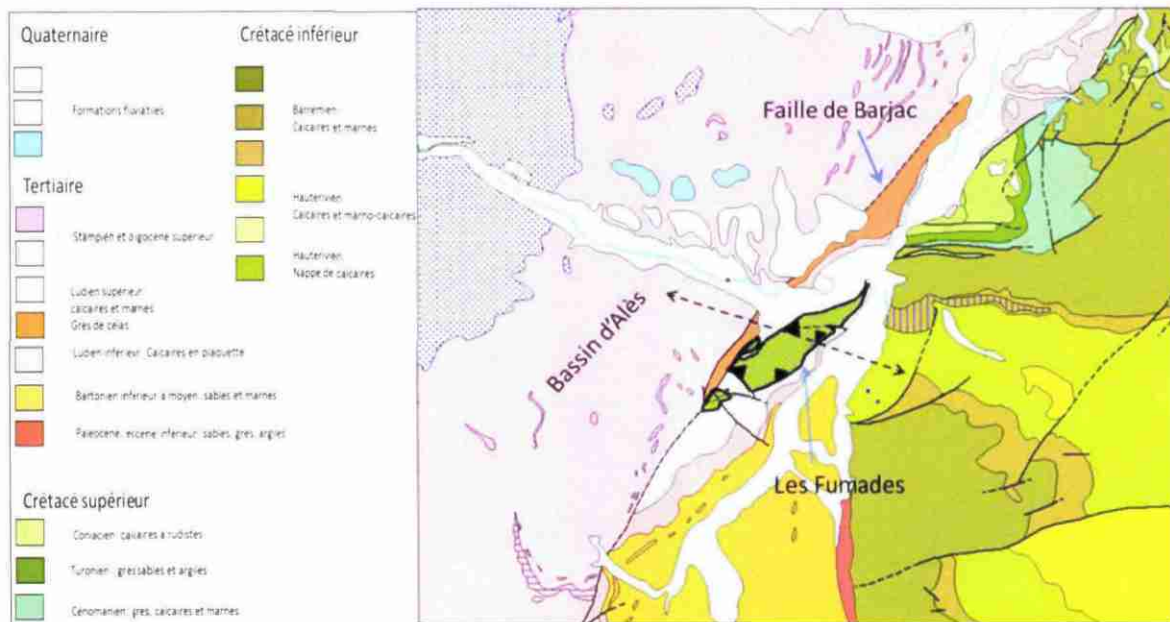
Illustration 12 : Légende des formations géologiques de la coupe précédente

• Deuxième hypothèse.

La seconde hypothèse est formulée par P. Bérard dans son avis hydrogéologique ER 07/30008p du 29/02/2008. Cette hypothèse est discutée dans la notice de la carte géologique d'Alès (Berger et al., 1978).

Dans cette hypothèse, à l'Est de la faille de Barjac, les formations d'âge crétacé et éocène sont affectées par des failles normales à pendage ouest, globalement parallèles à la faille de Barjac.

La colline de Coste chaude ne constitue pas un horst limité par des failles subverticales mais un klippe¹ sédimentaire comprenant des formations d'âge crétacé reposant en contact anormal subhorizontal sur des formations tertiaires.

Illustration 13 : Aperçu géologique régional (extrait 250 000^e adapté).

¹ Klippe : lambeau de charriage. Portion d'une unité tectonique allochtone isolée du corps principal de celle-ci.

Cette géométrie est expliquée par le fonctionnement de la faille des Cévennes (notice de la carte d'Alès) qui permet le glissement de lambeaux détachés de formations d'âge crétacé (olistolithes) sur des formations d'âge oligocène sur parfois 3 ou 4 km tel qu'il est décrit plus au Sud vers St-Privas-des-Vieux (Cf. illustration 13).

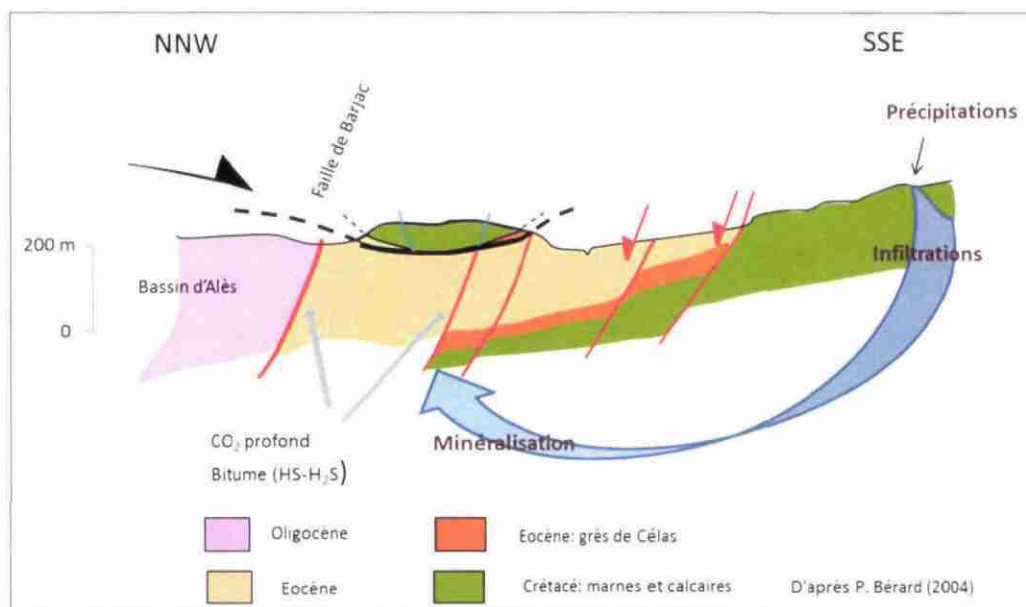


Illustration 14 : Coupe NNW-SSE passant par le site des Fumades.

La colline de Coste Chaude serait donc un klippe provenant de la bordure ouest du bassin d'Alès. La coupe géologique du site des Fumades serait alors celle de l'illustration 14.

• Considérations sur la connaissance géologique autour du site

Les deux hypothèses géologiques présentées illustrent les interrogations qui demeurent quant à la connaissance du gisement hydrothermal et à la compréhension de son mode de fonctionnement.

Cette connaissance géologique et hydrogéologique toute relative du site des Fumades ne permet pas de statuer sur les mesures à prendre pour assurer une protection efficace de la ressource. A ce titre, il est recommandé d'engager les études utiles à un renforcement de la compréhension du système hydrothermal local. La réalisation d'une prospection géophysique de haute résolution permettrait, notamment, de statuer sur la géométrie des formations géologiques sur les 200 premiers mètres de profondeur autour du site et jusqu'à la faille de Barjac.

Une meilleure compréhension de la géologie du secteur et du schéma hydrothermal local par la mise en œuvre d'investigations géophysiques complémentaires constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermale du site des Fumades.

3.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE : LE GISEMENT DES FUMADES À ALLÈGRE

La connaissance du contexte géologique du site des Fumades reste, comme cela a été décrit précédemment, relativement imprécise et de nombreuses incertitudes demeurent, notamment sur la géométrie des formations géologiques en profondeur. En conséquence, la connaissance du circuit de l'eau thermique reste imprécise et repose en partie sur des hypothèses. Sur la base des documents disponibles, en particulier l'avis hydrogéologique le plus récent (P. Bérard du 24 avril 2010), le circuit serait celui décrit ci-dessous.

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

L'aire d'alimentation se situe sur les affleurements des calcaires urgoniens qui s'étendent au SE du site en direction du Mont Bouquet. Les deux émergences karstiques principales de ce système sont représentées en limite de bassin éocène par la source pérenne d'Arlende et par l'émergence temporaire du puits-aven de Cal où la température de l'eau est voisine de 13 °C.

La mise en charge de l'eau thermique, émergeant naturellement des diverses sources des Fumades, se fait probablement dans cette formation des calcaires urgoniens du Mont Bouquet. La connaissance des niveaux d'eau en amont de la station thermique permettrait d'établir les relations précipitations / niveaux piézométriques amont / niveaux piézométriques de la station. L'acquisition de niveaux piézométriques en amont de la station nécessite, sur le plan pratique, de réaliser un piézomètre (forage existant ou à réaliser) situé entre 0.5 km et 2 km au SE des Fumades et de l'équiper d'un dispositif de mesure.

Une meilleure compréhension des écoulements du secteur, par l'acquisition d'une piézométrie locale plus précise, incluant la mise en œuvre d'un suivi piézométrique en amont du site, constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermique du site des Fumades.

Une autre hypothèse a également été formulée mais elle semble moins vraisemblable, il s'agirait d'infiltrations au travers des formations sablo-argileuses du village des Vieilles-Fumades ou du flan oriental de Côte-Chaude ou à partir d'une perte de l'Alauzène. Cette hypothèse est difficilement compatible avec le niveau altimétrique des sources et avec le résultat des analyses isotopiques ^{18}O et ^2H (§ 3.4.2).

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

La qualité des eaux (voir 3.4.4) laisse supposer un transit de l'eau thermique à grande profondeur. Les informations sont insuffisantes pour décrire plus précisément les profondeurs de transit ainsi que les durées de transit.

3.3.3. Circulation de l'eau "per ascensum"

Entre Servas et les vieilles Fumades, on retrouve plusieurs petites sources minéralisées parfaitement alignées selon l'accident de Barjac (Cf. Illustration 15). Par contre, les 14 sources anciennes du secteur des Fumades-les-Bains, sont localisées à l'est du tracé de la faille de Barjac masquée, entre la colline de Coste Chaude et la rive gauche de l'Alauzène, sur une dizaine d'hectares seulement (Cf. illustration 16).

Dans la première hypothèse géologique, les eaux remontent le long de failles masquées situées sous la station des Fumades.

Dans la seconde hypothèse géologique, on considère que la mise en place de la masse calcaire hauterivienne en glissant sur les marnes, a oblitéré la faille de Barjac, sur son trajet, et a, en conséquence, dévié les venues d'eaux profondes et minéralisées qui transiteraient par cette même faille. Les calcaires fracturés qui constituent le cheminement terminal des eaux minérales sont affectés par des failles normales en escalier qui ont également servi de transit aux venues profondes et à la migration du pétrole et du gaz jusqu'en surface.

Dans leur ascension terminale, les eaux minérales transitent au sein des calcaires en plaquettes du Ludien et parviennent au niveau du sol par l'intermédiaire de nombreuses émergences entre la source Justet la plus basse située au SW du site et la source Victorine, une des plus hautes à 144.25 m NGF. Les sources Étienne, Romaine et le forage Phénix occupent une position intermédiaire sur le coteau, ou en pied de talus, en amont du secteur de l'Alauzène délimité en zone inondable.

A proximité de l'émergence, ces eaux minérales se trouvent mélangées à des eaux superficielles venant de la colline et des surfaces imperméabilisées, ou des toitures. La couverture par des horizons argileux imperméables est partielle et très imparfaite comme les résultats des dernières prospections géophysiques par panneaux électriques le montrent. Le versant sud de la colline est composé de colluvions peu épaisses, caillouteuses et argileuses, altérées, qui se raccordent en aval aux alluvions de fond de vallée, et au lit mineur de l'Alauzène.

Ce contexte a conduit à la réalisation du forage Phénix pour chercher à capter le réservoir d'eau minérale et de recouper un maximum de fractures aquifères à plus grande profondeur, pour se garantir des risques de contamination de surface, en particulier lors des fortes pluies et de hautes eaux.

Même si leur cheminement est mal connu, et si la zone du gisement thermal n'est pas encore défini avec précision, les eaux minérales des Fumades arrivent probablement d'une grande profondeur, et migrent jusqu'en surface à la faveur de plusieurs failles de distension dites "satellites" de la faille normale principale de Barjac. Cette ascension est relativement lente car la température des eaux reste modeste, proche de 20 °C pour l'eau du forage Phénix.

L'analyse de détail du contexte hydrogéologique local conduit à formuler les différentes remarques suivantes quant à la protection du secteur des émergences :

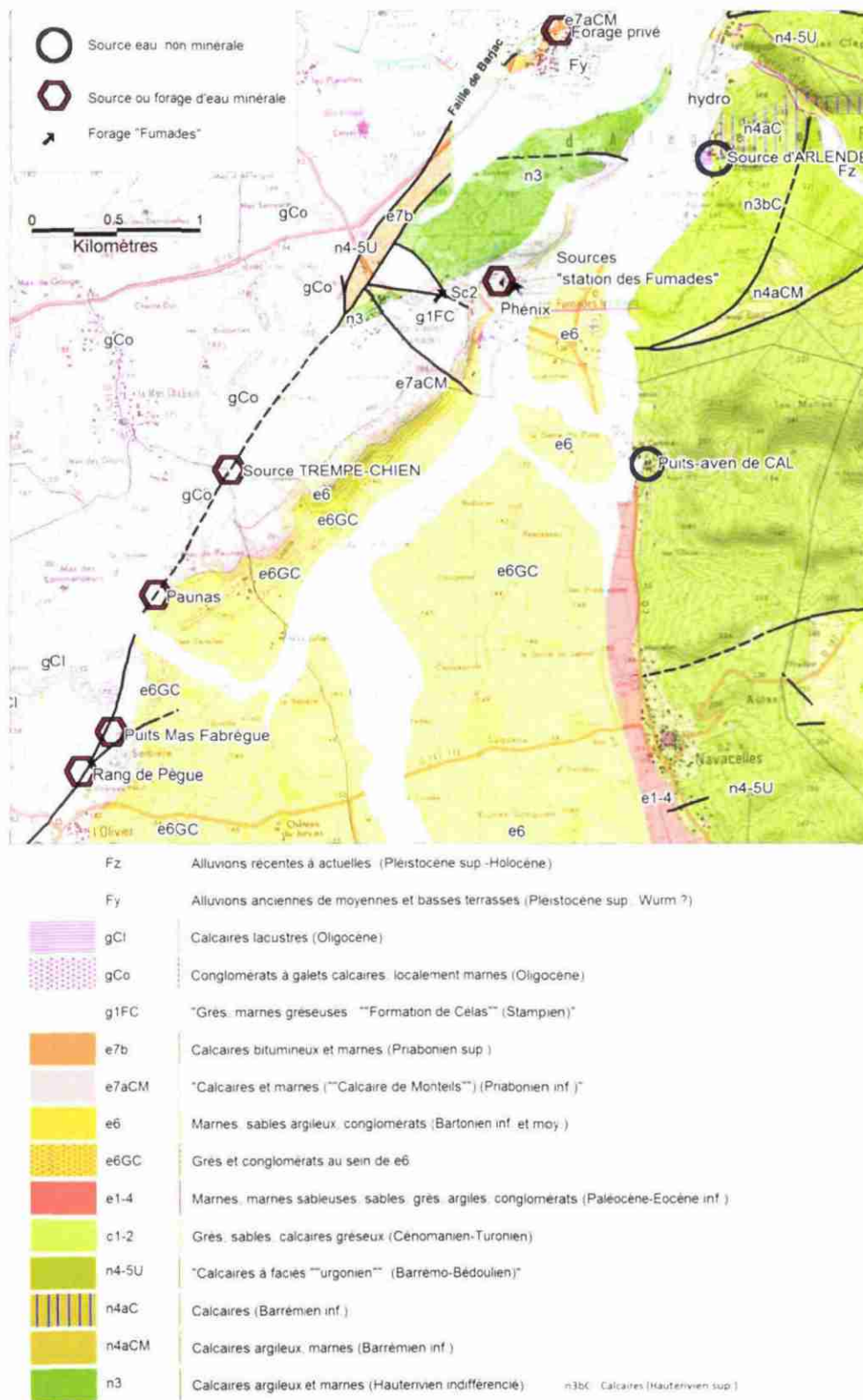


Illustration 15 : Sources thermales à proximité du site des Fumades.

Illustration 16 : Plan de situation des sources des Fumades en 1879 (document d'archive).

Épaisseur de la couche d'argile :

La couverture argileuse joue un rôle de protection des émergences au pied de la colline de Coste Chaude, en limitant les mélanges avec des eaux superficielles. Cette protection est fonction de la nature et de l'épaisseur de la couche argileuse. Une campagne de reconnaissance par forages jusqu'au toit des calcaires qu'on estime à 5 m de profondeur environ sur le site permettrait de mieux apprécier la protection relative du site. Une telle campagne a eu lieu avec une quinzaine de sondages exécutés vraisemblablement en 1998, mais les résultats n'ont pas été archivés et n'ont pas pu être compilés.

Carte piézométrique :

Le risque de mélange des eaux thermales exploitées, par des eaux superficielles, a été très fortement réduit avec l'utilisation exclusive des eaux du forage Phénix. Les eaux sont, captées à plus de 50 m de profondeur par un ouvrage bien protégé par une cimentation jusqu'à une cinquantaine de mètres. Cependant, les pompages sur le forage Phénix induisent sur le plan hydraulique un cône de rabattement qui peut drainer des eaux de surface vers le forage. La connaissance de la piézométrie permettrait de mieux évaluer le risque lié à ces interférences et de mieux prévenir les risques potentiels liés aux aménagements prévus dans le cadre de la rénovation du site.

Les observations piézométriques disponibles (réduites) montrent un gradient hydraulique très élevé vers la partie nord du site, à la base de la colline (source

Victorine et caves du casino). Une meilleure connaissance de la piézométrie apporterait des éléments de compréhension du fonctionnement hydraulique de la zone d'émergence des sources (sens d'écoulement, gradient, rôle de l'Alauzène) et permettrait de mieux appréhender le schéma de protection à définir.

Pour renforcer la protection du secteur des émergences il est recommandé de réaliser une campagne de reconnaissance par sondages, avec nivellement de tous les points et une campagne de mesures piézométriques sur tous les ouvrages accessibles. Il est conseillé que cette campagne couvre l'extension prévue pour le futur établissement et serve donc également pour sa conception.

Une meilleure caractérisation de la protection des eaux exploitées dans le secteur des émergences constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermale du site des Fumades.

3.4. LE FLUIDE THERMAL

3.4.1. Caractérisation physico-chimique de la ressource (sources)

Les eaux des sources des Fumades sont de type sulfaté calcique bitumineux, légèrement magnésiennes et chlorurées. Elles sont caractérisées par la présence de soufre à l'état moléculaire et d'acide sulfurique. Elles contiennent une proportion non négligeable de CO_2 . Il y a présence et dégagement de l'hydrogène sulfuré (H_2S).

Ce sont des eaux fortement minéralisées : 2.2 g/l de résidu sec à 180 °C. La minéralisation de l'eau traduit (1) la nature des matériaux traversés comme les horizons de gypse retrouvés dans les carottes notamment du sondage SC2, les formations calcaires imprégnées de bitume à 65 et 80 m de profondeur en SC1, et (2) des apports profonds en CO_2 .

C'est dans la zone de transition que doit se produire l'essentiel du processus de biosynthèse : l'eau d'origine profonde, pratiquement dépourvue d'oxygène mais riche en gaz carbonique, se révèle agressive vis-à-vis des calcaires et contribue à leur dégradation.

La température des sources est comprise entre 13 et 16 °C.

L'analyse de référence figurant dans le décret d'autorisation des deux sources Etienne et Romaine du 16 février 2000 est présentée en Annexe 4.

L'imprégnation des calcaires du Ludien inférieur (Éocène) par le bitume a donné les asphaltes qui sont encore exploités, à 10 km au NE par les mines de la Société Française des Asphaltes (SFA) entre 200 et 300 m de profondeur dans le secteur allant de St-Jean-de-Maruéjols à Avejan. Lors des épisodes de grandes chaleurs, ce

pétrole suinte également en surface au sein des calcaires cristallins et crayeux en bordure de route, dans le secteur nord de Servas.

3.4.2. Caractérisation isotopique des sources

Les informations suivantes sont extraites du Dossier de demande d'extension des périmètres de protection des sources Étienne et Romaine.

Des analyses en oxygène 18 (^{18}O) et en deutérium (^2H) ont été réalisées sur des échantillons d'eau de la source Romaine à la fin de l'année 1990. Il en ressort :

- l'hypothèse d'un impluvium situé à une altitude moyenne de 430 m, en accord avec le schéma hydrogéologique où l'impluvium serait le massif du Mont Bouquet qui culmine à 625 m NGF ;
- des eaux exploitées dont l'âge serait inférieur à 39 ans ou serait le résultat d'un mélange entre eaux profondes et eaux plus superficielles (17 +/- 1 UT) ;

Le ^{34}S des sulfates et des sulfures indiquerait une origine :

- par lessivage des évaporites du Tertiaire en ce qui concerne les sulfates ;
- une origine biogénique pour les sulfures.

3.4.3. Caractérisation physico-chimique de la ressource (Phénix)

Les principales caractéristiques chimiques de l'eau des Fumades sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

	Phénix	Etienne	Romaine	
<i>Date de l'analyse</i>	<i>09/06/08</i>	<i>22/06/98</i>	<i>23/06/98</i>	
pH	6.9	6.6	6.7	
Conductivité	2300	2120	2190	
Température	19.7	16.5	16	
Résidu sec (à 180 °C)	2100	2120	2218	mg/l
Magnésium	86.0	73.8	78.9	mg/l
Sodium	14.0	9.36	6.6	mg/l
Calcium	440.0	482	505	mg/l
Silice	3.3	27.6	18.5	mg/l SiO ₂
Sulfates	1100	1033	1119	mg/l
Chlorures	7	12.3	11.5	mg/l
Manganèse	6	0.02	0.008	µg/l
Fluorures	2	1.2	1.1	mg/l
Bore	0.240	< 0.2	< 0.2	mg/l
Lithium	0.040	< 0.1	< 0.1	mg/l
Strontium	13 000	13 800	12 600	µg/l
Sulfures	85.6			Mg/l S

Illustration 17 : Caractéristiques physico-chimiques du forage Phénix et des sources Etienne et Romaine.

Entre les sources et le forage Phénix, quelques différences physico-chimiques minimales apparaissent. :

- la température de l'eau du forage est plus élevée, car l'eau est prélevée plus en profondeur ;
- la conductivité est plus élevée dans le forage (eau thermale sans apport d'eau superficielle) ;
- la teneur en sulfures est plus élevée dans le forage (42.1 mg/l à Romaine en 2007) ;
- la concentration est plus élevée en magnésium, sodium et potassium dans le forage ;
- le pH est sensiblement identique et légèrement acide dans les sources et dans le forage ;
- les teneurs en sulfates et calcium sont proches.

Malgré ces écarts, les eaux des sources et celles du forage Phénix appartiennent à la même famille comme le montre le diagramme Shoeller-Berkaloff de l'illustration 18.

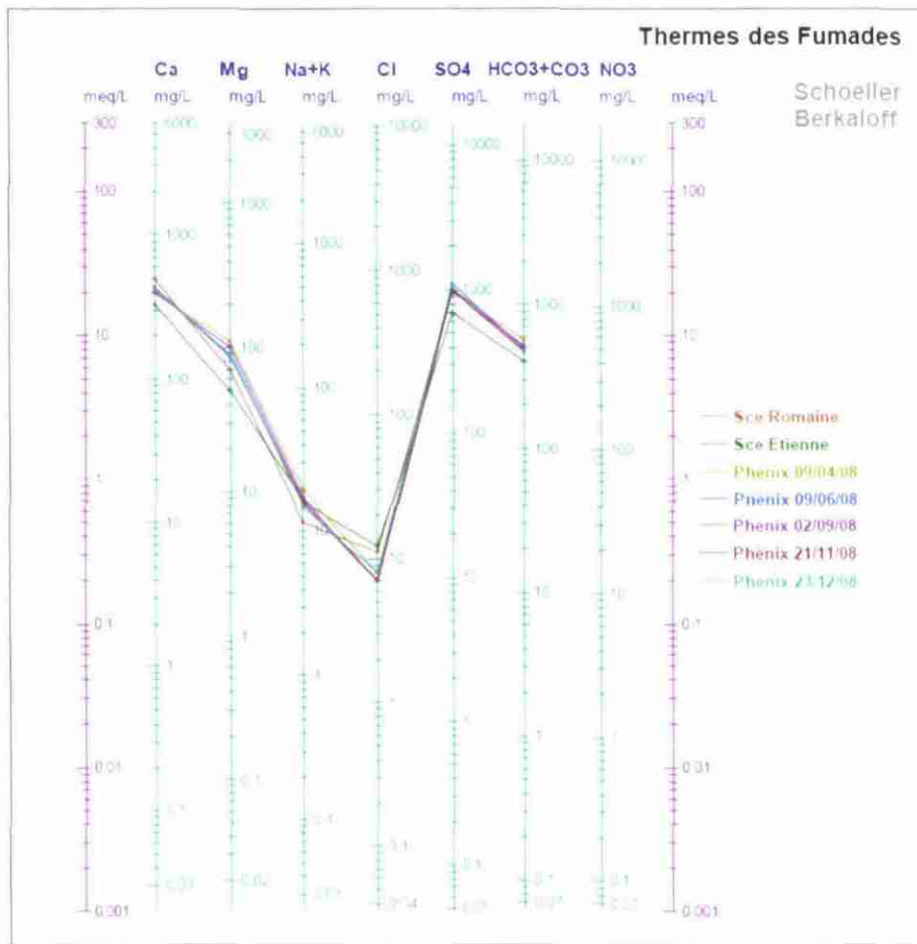


Illustration 18 : Diagramme de Schoeller-Berkaloff (Sources Romaine, Étienne et Phénix).

3.4.4. Considérations générales sur la ressource

• Aire de recharge et âge de l'eau

On suppose que l'aire d'alimentation des eaux thermales s'étend sur le massif du Mont Bouquet dont le sommet atteint 629 m NGF. La station des Fumades est à 130 m NGF environ. L'altitude de la zone de recharge pourrait être confirmée par l'analyse des isotopes de l'eau (^{18}O , ^2H) dans l'eau thermique produite par Phénix (moins susceptible de mélanges avec les eaux superficielles que les eaux des sources).

On ne dispose pas d'indication sur l'âge de l'eau thermique, c'est-à-dire sur la durée du transfert de la zone d'infiltration à l'émergence aux Fumades, pour la source Romaine. Cet âge pourrait être précisé par des analyses du tritium, des CFC et éventuellement, en fonction des résultats, des isotopes du carbone ($\delta^{13}\text{C}$ et ^{14}C), toujours sur l'eau produite par le forage Phénix.

• Circulation profonde

Les concentrations² en silice (3.3 mg/l) et en magnésium (86 mg/l) de l'eau thermique des Fumades sont relativement élevées ; ces valeurs constituent des indices de circulation profonde. Les concentrations en lithium (0.04 mg/l) et en bore (0.24 mg/l) sont significatives et peuvent traduire une circulation de l'eau dans le socle. Les fortes concentrations en strontium (13 mg/l) s'expliquent par la présence de gypse. Le fluor est également présent à de fortes concentrations (2 mg/l). L'origine du fluor reste à préciser : il peut s'agir d'eau profonde en provenance du socle ou être lié à la dissolution de minéraux secondaires contenant du fluor (Fluorite par exemple) potentiellement présents au sein des calcaires éocènes (Ludien). L'examen de lames minces à réaliser sur les carottes des forages permettrait d'apporter des éléments d'informations complémentaires quant aux processus diagénétiques notamment lors des périodes d'altération hydrothermale .

En dehors de ces quelques indications et de quelques hypothèses géologiques, la connaissance du circuit des eaux thermales des Fumades en profondeur reste très limitée. Les analyses complémentaires suivantes permettraient de préciser ce circuit :

- Isotopes du strontium $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. La signature isotopique du strontium des eaux des Fumades, qu'il conviendra de replacer dans le contexte hydrogéologique local, permettra d'apporter des informations sur le trajet de l'eau profonde et sur les interactions depuis les profondeurs jusqu'à la zone d'émergence. Cette signature isotopique devrait en effet être marquée par les circulations au sein des calcaires urgoniens, ludiens et éventuellement par la contribution d'eau profonde issue du socle, ces différentes formations présentant un fort contraste de signature isotopique.
- Isotopes du bore $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ dont la connaissance permettrait de mieux caractériser la composante très profonde de la circulation des eaux.
- Isotopes du lithium $^7\text{Li}/^6\text{Li}$ pour les mêmes interprétations attendues des isotopes du bore.

L'acquisition d'une meilleure connaissance du fluide thermal (la zone de recharge, âge et contacts eau/roche du réservoir profond) constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermique du site des Fumades

² Les concentrations indiquées sont celles des analyses sur l'eau de Phénix du 09/06/2008. Elles sont susceptibles de variations.

3.5. LA MISE EN PRODUCTION – LES ÉQUIPEMENTS

3.5.1. Les captages abandonnés

Autrefois le site des Fumades était exploité uniquement à partir de sources émergeant sur quelques hectares. Le plan de 1879 (Illustration 16) indique de nombreuses références de sources, bains ou buvettes. Les sources ont été abandonnées au fur et à mesure. Les deux dernières en exploitation (sources Romaine et Étienne) ont été arrêtées en 2008 à la mise en service du forage Phénix. Elles restent cependant accessibles (prélèvement, mesures). La plupart des autres sources ont été obturées. La source Victorine a été tubée et équipée en piézomètre.

3.5.2. Les équipements de production

Actuellement, l'eau thermique provient du seul forage "Phénix" : c'est un des deux forages réalisés en 2007 (Cf. illustration 19):

- 09128X0055/SC1 : forage PHENIX implanté à une cinquantaine de mètres de la source Étienne.
- 09127X0021/SC2 : forage implanté plus en altitude en face de la maison du "Kronprinz".

L'objectif de ces nouveaux forages est de prélever l'eau thermique en profondeur, dans des niveaux mieux protégés que ceux des sources. Les coupes lithologique et technique de ces ouvrages sont présentées en annexe 3 et les photographies des têtes de forage sur l'illustration 20.



Illustration 19 : Position des forages (photo géoportail).

- **09128X0055/SC1 : forage PHENIX**

C'est un forage incliné de 29° sur une longueur de 123 m correspondant à une profondeur verticale de 107.6 m. Il a été exécuté par alésage du sondage carotté de reconnaissance SC1 entre le 9 et 27 novembre 2007.

La coupe lithologique indique :

- des argiles de surface et des colluvions jusqu'à 6 m de profondeur ;
- des formations de calcaires argileux et en plaquettes du Ludien, alternant avec des horizons finement lités et des niveaux fortement imprégnés de bitume à 57, 64-66, et 80 m.

Les principales venues d'eau thermique ont été repérées dans une zone de fractures avec une perte totale à partir de 96.5 m jusqu'au fond du forage.

Le forage est constitué de tubes en inox 316L, Ø 6"5/8, pleins jusqu'à 50.8 m de profondeur et de tubes crépinés de 50.8 m à 120.5 m.

L'espace annulaire est cimenté de la surface jusqu'à 50.8 m de profondeur.

Les équipements en tête de puits sont conformes aux bonnes pratiques en matière d'exploitation d'eaux minérales naturelles (Cf. illustration 20). En surface, le forage est abrité dans un bâtiment de protection en béton, lui-même entouré par une clôture grillagée.

- **09127X0021/SC2**

Comme "Phénix", ce forage SC2 résulte de l'alésage d'un sondage carotté. Ses caractéristiques sont très similaires : forage incliné à 28°, longueur de 120 m correspondant à une profondeur verticale de 105.95 m.

Sur le plan hydraulique et chimique, on citera les conclusions du rapport Antéa : " Le sondage SC2 n'a pas fait l'objet d'un pompage de longue durée, néanmoins les informations obtenues lors du pompage de 8 heures réalisé en fin de foration ont montré que l'eau de cet ouvrage est environ deux fois moins minéralisée que celle du gisement thermal. En l'absence d'essai de longue durée, aucune valeur de débit d'exploitation n'est actuellement envisageable."

Remarques :

Les carottes des sondages SC1 et SC2 n'ont pas fait l'objet d'un relevé précis. Elles sont cependant correctement entreposées dans les locaux de la mairie. Il conviendrait d'entreprendre au plus tôt ce travail : ces deux sondages sont les seules sources d'informations directes sur la lithologie du site jusqu'à une centaine de mètres de profondeur. Ce sont aussi évidemment des éléments à prendre en compte pour la compréhension globale du site.

Les dossiers des ouvrages exécutés (DOE) disponibles concernent les sondages. La phase de transformation en forage de production n'est pas décrite dans la documentation transmise.

La connaissance géologique du site peut être améliorée par le relevé précis des carottes de Phénix et de SC2 et par leur interprétation dans le cadre géologique de la station.



Illustration 20 : Photos des têtes des forages Phénix et SC2.

• Conclusions sur les dispositifs de production

Le dispositif de production des eaux thermales repose sur le seul forage Phénix. Bien qu'il soit récent, relativement bien protégé de pollutions en provenance de la surface, un forage de secours permettrait de mieux assurer la continuité de la production d'eau thermale.

La sécurité d'approvisionnement en eau thermale du site des Fumades (création d'un ouvrage de secours) constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermale du site.

3.5.3. Essais hydrauliques

Un pompage a été réalisé dans le sondage de reconnaissance SC1 avant son alésage, du 26 février au 6 mars 2007. Il a comporté deux paliers de débit correspondant à une exhaure de 1330 m³ en 8 jours, soit un débit moyen de 150 m³/j.

Ce pompage est décrit dans le rapport Antéa A 46313/A. Les observations concernant l'influence sur les autres ouvrages sont les suivantes :

Source Étienne : le rabattement est sensiblement le même que dans le SC1 (environ 5 m à 10 m³/h).

Source Romaine : bien que moins marqué que sur la source Étienne, le rabattement au premier palier (4.8 m³/h) est de 0.3 m. A partir du deuxième palier, le capteur de mesure a été dénoyé et l'exploitation de cette source a dû être interrompue.

Source Victorine : une perturbation étrangère au pompage empêche de conclure, mais il semble que l'influence est faible.

Forage SC2 : on n'observe pas de rabattement provoqué par le pompage.

Deux pompages d'un mois chacun ont eu lieu sur l'ouvrage définitif en février/mars 2008 et en décembre 2008/janvier 2009. Ils confirment les observations précédentes. L'avis du BRGM sur ces pompages a été donné dans une note en mars 2009. Les principaux points relevés (actualisés à la date de mars 2011) sont les suivants :

la durée des essais (deux fois un mois) ne correspondent pas à l'essai d'une durée de un an nécessaire pour qualifier une eau minérale.

des résultats sont à confirmer et à interpréter : fluctuations de la minéralisation en fonction du niveau d'eau dans le forage. Est-ce dû à un transfert de masse ou à un transfert de pression ?

Le débit de l'essai (4 à 6 m³/h) est inférieur au débit d'exploitation sollicité (7 m³/h).

Qualité chimique : il n'y a pas de différences notables entre les eaux de Phénix et celles des anciennes sources, mais des variations de concentrations sont observées (sulfures, sulfates, calcium, magnésium) ; cependant, elles s'expliquent peut-être par un régime d'exploitation non stabilisée.

3.5.4. Les conditions de transport, stockage et maintenance

Ce paragraphe résume les principaux points de la mission d'expertise du 6 janvier 2010 réalisé par F. lundt, ingénieur consultant. Il est conseillé de s'y reporter pour disposer de l'intégralité des remarques et des justifications.

L'eau thermique est transportée du forage Phénix jusqu'aux sous-sol de l'établissement thermal par une canalisation enterrée. La sanitation de cette canalisation serait plus efficace avec un bouclage sur le retour au lieu du système actuel en eau perdue.

L'eau est stockée dans trois réservoirs souples. Un trop-plein est installé ; son fonctionnement n'est pas optimal car il fonctionne en permanence, même quand les réservoirs sont en cours de remplissage. Il y a cependant un vannage limitant le rejet à 4 m³/h. Quand les réservoirs sont pleins, le pompage se règle à 4 m³/h environ, provoquant des battements de niveau dans le forage.

Ce rapport suggère de mettre en place une procédure pour pomper à un débit stable.

3.5.5. La relation ressources / besoins

Le calcul approché suivant permet de comparer les ressources thermales disponibles et les besoins actuels et futurs, sur une journée et pour un nombre maximal de curiste.

- **Ressources**

La production du captage de Phénix est autorisée à 7 m³/h. Par jour, la production est donc de : 7 m³/h x 24 h = **168 m³**

- **Besoins**

Les besoins en eau thermale sont estimés ci-dessous pour un nombre maximal de curistes envisageable sur une journée. Les tableaux suivants résument les besoins pour les trois types de soins (rhumatologique, dermatologique et respiratoire). Les soins complémentaires répondent à la demande d'environ 20 % des curistes en soins respiratoires pour des soins rhumatologiques. Les tableaux des besoins ont été établis pour la configuration actuelle de la station et pour ceux de la future station en projet.

	Configuration actuelle de la station thermale		
	Besoin en eau thermale par curiste (en m ³ / jour)	Nombre maximum de curistes dans une journée	Besoin maximal en eau thermale (en m ³ / jour)
Soins rhumatologiques	0.8	200	160
Soins dermatologiques	0.8	200	160
Soins des voies respiratoires	0.01	200	2
Soins complémentaires	0.8	40	32
TOTAL arrondi			350

	Configuration projet futur		
	Besoin en eau thermale par curiste (en m ³ / jour)	Nombre maximum de curistes dans une journée	Besoin maximal en eau thermale (en m ³ / jour)
Soins rhumatologiques	0.8	350	280
Soins dermatologiques	0.8	350	280
Soins des voies respiratoires	0.01	350	3.5
Soins complémentaires	0.8	70	56
TOTAL arrondi			620

La production journalière de Phénix (168 m³) s'avère donc insuffisante pour faire face à une demande **maximale** journalière dans le cadre de l'exploitation actuelle (350 m³) ou celui du futur établissement (620 m³).

3.6. LE SUIVI D'EXPLOITATION – LA MAINTENANCE

3.6.1. Suivi d'exploitation

Le dispositif de mesure en place sur les différents ouvrages comprend les appareils suivants :

Forage Phénix :

- capteur de pression immergé à 30 m de profondeur ;
- capteur de pression dans la canalisation ;

- débitmètre électromagnétique ;
- capteur de température ;
- capteur de conductivité.

Sources Romaine et Victorine :

- capteur de pression.

Remarque : Le piézomètre de la source Victorine est fermé par un simple chiffon afin de laisser passer le cable de la sonde (Cf. illustration 21). Un dispositif avec un presse-étoupe protégerait cet ouvrage de pollution de surface



Illustration 21 : Instrumentation en place sur la source Victorine.

Toutes les mesures réalisées sont consultables à distance via internet. Elles font l'objet d'une compilation annuelle qui est transmise à l'ARS. Cependant, il serait utile :

- d'effectuer un premier traitement des données avec une analyse critique pour éliminer les erreurs de mesure (dénoisement du capteur de conductivité par exemple) ;
- de commenter le suivi (évolution, relations avec les précipitations...) ;
- de produire un bilan du fonctionnement des appareils et de la transmission des données ;
- de mesurer les niveaux d'eau (en amont hydraulique de l'établissement thermal (voir § 3.3.1.) et dans les piézomètres pz1 et pz2.

Par ailleurs, la maintenance des appareils est à améliorer pour éviter des périodes relativement longues sans mesure (source Victorine par exemple).

Une meilleure valorisation du suivi d'exploitation de la ressource en eau thermale du site des Fumades constitue une piste de progrès au titre de la démarche qualité pour la ressource en eau thermale du site.

3.6.2. Données du suivi d'exploitation (exemple)

Un extrait brut des données de Phénix (conductivité, niveau d'eau, température et débit de production) est présenté par les illustrations 22 et 23 ci-après. On remarque que le débit d'exploitation fluctue entre deux régimes : le premier proche de 4 m³/h et le second proche de 6.5 m³/h. Les paramètres sont relativement stables.

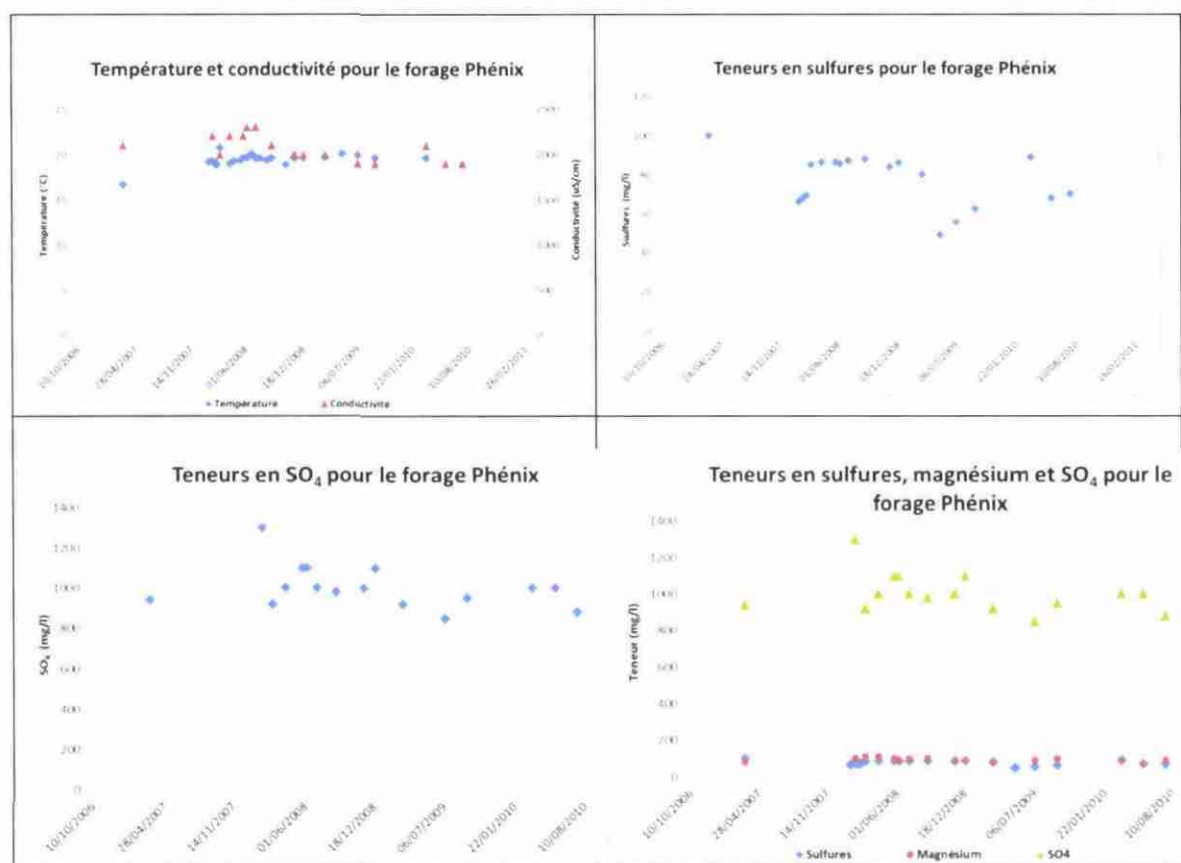


Illustration 22 : Suivi physico-chimique des eaux du forage Phénix.

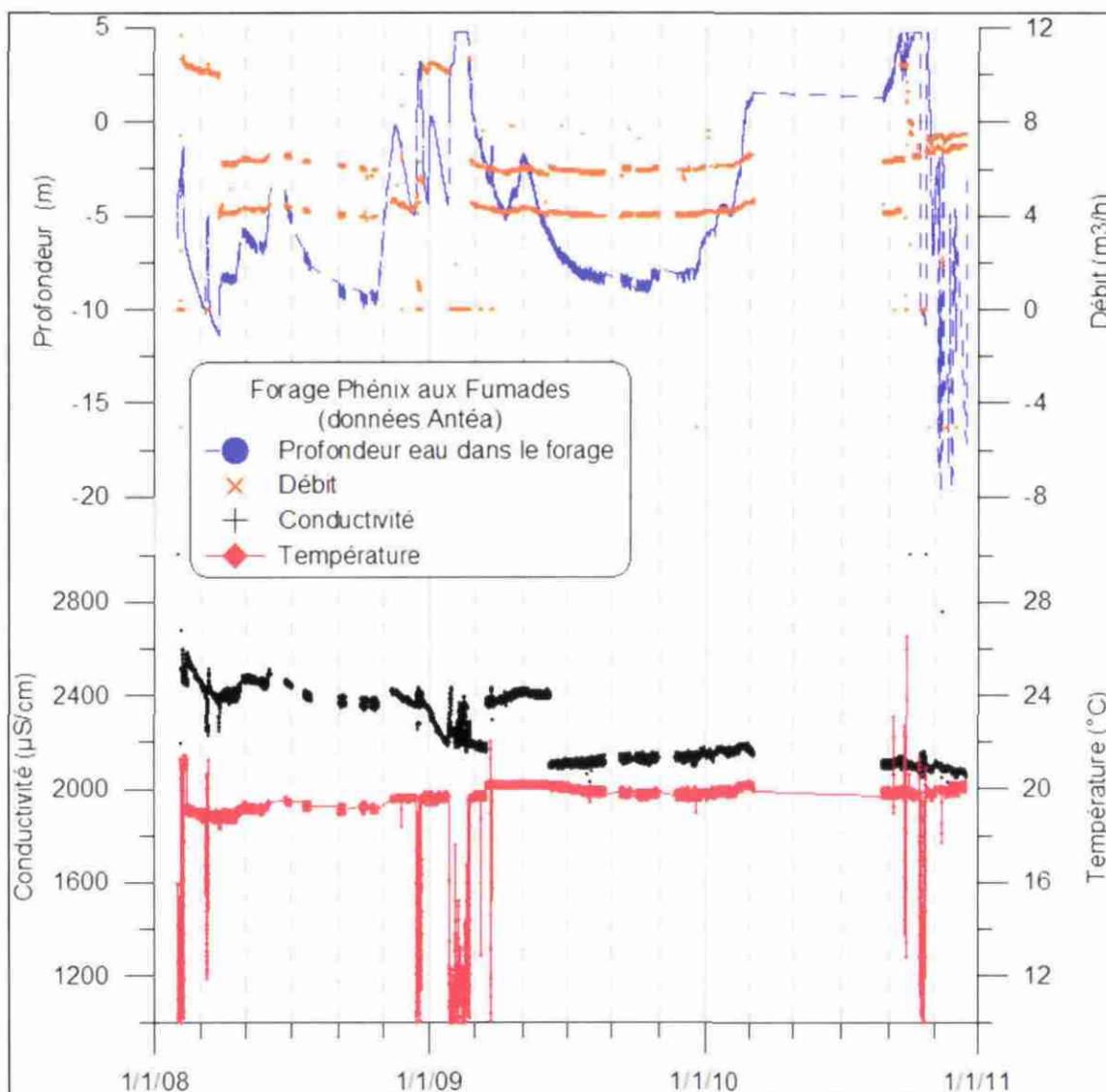


Illustration 23 : Suivi des paramètres profondeur, débit, conductivité et température du forage Phénix pour la période 2008 à 2010.

3.6.3. Dispositif de maintenance

Une inspection vidéo de l'ouvrage a été réalisée le 5/12/2007 après la réalisation du forage et une autre le 13/09/2010 lors du changement de la pompe. L'ouvrage présente un bon état général et quelques opérations légères de maintenance sont à réaliser : nettoyage de la partie haute du forage (dépôts blanchâtres), changement du tube-guide et de ses raccords (très corrodés)³.

³ Recommandations formulées par F. Iundt dans son rapport du 6/1/2010.

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

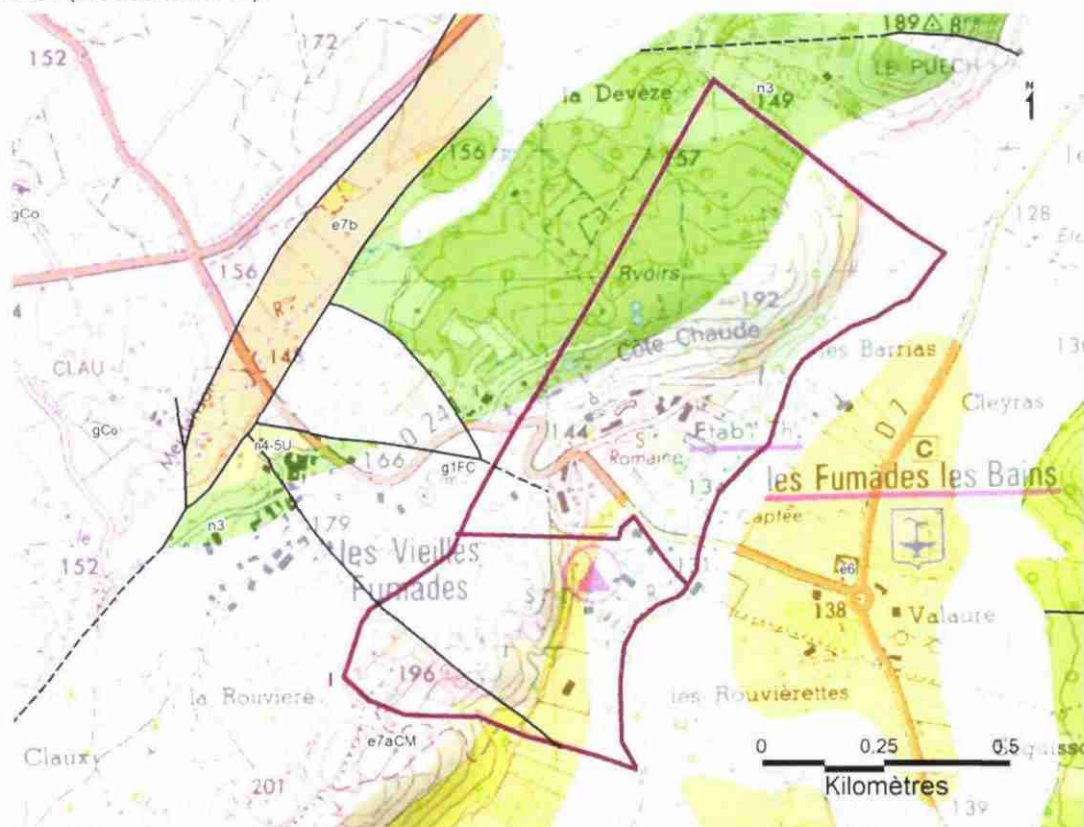
3.7. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE

On citera en premier lieu les autorisations délivrées au **XIX^e siècle** :

- autorisation ministérielle du **2 septembre 1854** pour les sources d'Auzon, Justet, Augustine, Thérèse et Étienne,
- autorisation ministérielle du **3 septembre 1863** pour les sources Zoé et Près de la Maison,
- autorisation ministérielle du **23 septembre 1871** pour les sources Claudine et Pierre.

Ensuite, en **1913**, le décret du **29 août** a déclaré d'intérêt public (DIP) les sources Étienne, Justet, Pierre, Romaine et Thérèse.

Ce décret a institué un périmètre de protection (DPP) pour la source Justet. Pour les quatre autres sources, le DPP a été institué le **20 mai 1933**. Au total, 72 ha sont ainsi protégés. Les 22 ha du périmètre "sud" correspondent à la protection de la source Justet (Illustration 24).



*Illustration 24 : Contour du périmètre de protection établi au titre de la DIP.
(légende complète sur l'illustration 15).*

L'attribution d'une DIP et d'un périmètre de protection à des sources d'eau minérale est peu fréquent à l'échelle du territoire national. Seuls 38 sites en France bénéficient d'un périmètre de protection établi au titre d'une DIP⁴.

Les périmètres de protection établis peu avant le début du siècle dernier n'ont pas été définis sur la base de caractéristiques hydrogéologiques précises. A cette époque, il s'agissait plutôt de lutter contre la « guerre des sources ». Il s'agissait en effet d'éviter des utilisations anarchiques pour de multiples usages concurrentiels et de privilégier un usage unique « d'intérêt public ».

L'intérêt de disposer de nos jours d'un périmètre de protection établi au titre d'une DIP tient au fait que ce périmètre demeure valable dans le temps et qu'il peut être modifié pour s'adapter à de nouvelles contraintes ou à de nouvelles connaissances acquises pour un site donné. Ainsi, alors qu'il est très difficile, de nos jours, d'obtenir une DIP (la dernière DIP accordée remonte à 1934), il est relativement plus aisé de justifier une modification de périmètre existant (des dossiers récents existent en France).

Le **16 février 2000**, une autorisation ministérielle a accordé au Conseil général du Gard l'autorisation de livrer et d'administrer au public, en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau des captages "*Étienne*" et "*Romaine*".

Le **14 mai 2009**, l'arrêté n° 2009-134-5 porte autorisation d'exploiter de l'eau minérale naturelle du forage "*Phénix*" situé sur la commune d'Allègre les Fumades à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal (Annexe 5). Le débit maximum autorisé est de 7 m³/h. Les caractéristiques du gisement auquel appartient l'eau du captage Phénix ont été déterminées par arrêté ministériel en date du 16 février 2000 à partir de celles des sources "*Étienne*" et "*Romaine*". Le périmètre sanitaire d'émergence (PSE) est défini dans l'arrêté. Il s'agit d'une parcelle d'une centaine de m², centrée sur le local d'exploitation, délimitée par une cloture de protection.

⁴ Cf. atlas des périmètres de protection des sources d'eau minérale édité en 1999 par le BRGM – Rapport R40466 d'avril 1999 -

4. Conclusion

4.1. LA SITUATION ACTUELLE DE LA RESSOURCE THERMALE

L'état des lieux réalisé pour la station des Fumades permet de préciser les points principaux suivants :

- concernant les **connaissances du gisement** et du système hydrothermal, la zone de recharge s'étend vraisemblablement sur le Mont Bouquet. La connaissance du réservoir, de la partie profonde du circuit thermal, et du temps de transit de l'eau reste très imprécise. Pour la zone d'émergence, les connaissances actuelles ne permettent pas de décider entre deux schémas géologiques possibles ;
- concernant la connaissance du **fluide thermal**, les données disponibles montrent que les eaux sont sulfatées et calciques, de minéralisation moyenne et légèrement chaudes. Il y a présence et dégagement d'hydrogène sulfuré (H_2S) ;
- concernant les **conditions d'exploitation** de la ressource, aucune dérive quantitative ou qualitative, liée à l'exploitation n'apparaît depuis la mise en exploitation de Phénix en février 2008 ;
- concernant la **sécurité d'approvisionnement** du site thermal, le site est alimenté par le forage Phénix, récent et protégeant de manière adéquate la ressource. C'est cependant le seul forage. L'exploitation ne bénéficie pas de la sécurité d'un forage de secours. Il y a bien un second forage (SC2) mais qui produit une eau minérale présentant une minéralisation moindre que celles des sources thermales et de Phénix ;
- concernant le **suivi d'exploitation** de la ressource : le site est correctement instrumenté et a permis de suivre le début de l'exploitation de Phénix. Des compléments sont proposés ;
- concernant le contexte **environnemental**, l'impluvium (Mont Bouquet) est en zone naturelle. La zone d'émergence est en partie occupée par les aménagements habituels des stations thermales (hôtels, restaurants...). Ce contexte doit être surveillé et la connaissance de sa protection doit être renforcée (zone de protection et schéma des écoulements) ;
- concernant le cadre **réglementaire** d'exploitation de la ressource, l'exploitation du forage Phénix est autorisée par un décret du 14 mai 2009. Le site bénéficie d'une Déclaration d'intérêt public (DIP) et d'un périmètre de protection. L'exploitation de Phénix est autorisée par décret.

4.2. LES PISTES DE PROGRÈS À COURT ET MOYEN TERME

Lors de l'état des lieux, plusieurs pistes de progrès au regard de la démarche qualité pour la ressource en eau thermale ont été identifiées. 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** l'amélioration de la connaissance :

- géologique par l'analyse lithologique et stratigraphique détaillée des carottes des sondages Phénix et SC2 et par la réalisation d'une campagne de sondages pour cartographier l'épaisseur des argiles.
- piézométrique en premier lieu par l'installation de sondes de mesure de niveau sur les piézomètres PZ1 et PZ2, ensuite par le tracé de la carte piézométrique sur le site des Fumades et enfin par l'acquisition de mesures de niveau de la nappe en amont de la station.

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

- la réalisation d'un autre forage pour fournir suffisamment la station en eau thermale les jours de fréquentation maximale et pour disposer d'un ouvrage de secours ;
- des mesures et des analyses :
 - o (1) pour la compréhension géologique à l'échelle du secteur pour connaître la géométrie des formations sur les 200 premiers mètres (une campagne de géophysique de haute résolution) ;
 - o (2) pour la connaissance du circuit des eaux thermales en profondeur (analyses isotopiques sur les eaux de Phénix).

Annexe 1

Eléments de bibliographie

AIGHA (2006) – Gisement thermal des Fumades (30) – Etude hydrogéologique. Protection qualitative des sources thermo-minérales. Examen des conditions requises pour une amélioration quantitative et qualitative de la production hydrothermale.

Antéa (2007) – Thermes des Fumades (Gard). Forages de reconnaissance Sc1 et Sc2. Dossier d'ouvrages exécutés. A46313 / A.

Bourgeois M. (1973) – Alimentation en eau du centre helio-sport. Allègre (Gard). NT-76-LRO-107-PR.

Bérard P. (1984) – Station thermale des Fumades. Commune d'Allègre (Gard). 84 LRO 542 PR.

Bérard P. (2008) – Document provisoire. Avis hydrogéologique sur la demande de dérogation pour exploiter le forage Phénix en vue de l'alimentation en eau minérale de l'établissement thermal des Fumades-les-Bains. ER 07/30008p.

Iundt F. (2011) – Thermes des Fumades (30). Problème de qualité de l'eau thermique. Mission d'expertise.

Vidal O., Carrié JC. (1991) – étude hydrogéologique du secteur thermal des Fumades-les-Bains. Commune d'Allègre (Gard). Cemer.

Vigouroux P. (1999) – Atlas des périmètres de protection des sources d'eau minérale Rapport BRGM R40466.

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

SIVU Pôle santé Bien-être Alès les Fumades (2007) – Demande de dérogation à la procédure d'autorisation d'exploitation pour le forage Phénix.

Dossier de demande d'extension des périmètres de protection des sources Étienne et Romaine (1992).

Annexe 2

Données météorologiques

Données Températures Salindres

Températures moyennes mensuelles minimales

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	1,4	-0,1	2,8	-0,5	0,3	1,2	-0,4	-0,8	2,4	2,3	-0,8	0,7
Février	0,9	2,3	1,7	3,9	-0,7	0,7	-1,4	-0,8	2,7	2	2,1	1,2
Mars	3,9	3,8	6,1	5,1	2,6	2,6	1,3	4,1	4,1	3	3,8	3,7
Avril	6,6	6,1	5,8	7	6,2	6,3	5,6	7	8,1	5,9	7,4	6,5
Mai	11,6	10,4	11	9,3	10,3	8,3	9,4	9,2	11	10,7	11,4	10,2
Juin	11,8	13,4	12,5	13	15,4	13,4	14,4	12,3	13,3	13,8	14,1	13,4
Juillet	15,4	13,4	15	15,4	16,2	15,7	15,8	17,9	13,9	15	16,1	15,4
Août	15,8	15,8	15,4	14,7	17,6	15,4	15,4	14,7	14,7	14,5	16,1	15,5
Septembre	13,7	12,1	10,6	11,9	11,4	11,9	12,9	14,1	12	10,3	12,3	12,1
Octobre	9	9	11,3	8,6	7,6	10,9	11,4	11,1	8,1	7,6	8,6	9,4
Novembre	2,9	4,5	3,2	6,2	4,7	3,6	3,3	6,4	3	4,8	5,7	4,4
Décembre	0,9	4,6	-1,2	2,9	2,6	1,2	-1,7	1,2	0,4	1,3	1,5	1,2

Températures moyennes mensuelles maximales

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	10,9	10,5	10,6	11,5	9,3	9,9	11,1	8,6	13,0	12,7	8,3	10,6
Février	11,6	14,3	13,5	14,1	10,4	11,7	10,0	11,3	13,9	14,2	11,2	12,4
Mars	16,3	16,9	16,9	17,1	17,4	14,5	15,7	14,9	16,2	15,0	16,5	16,1
Avril	18,4	18,0	18,2	19,7	18,7	17,9	18,5	20,8	23,1	17,6	19,0	19,1
Mai	24,2	24,4	24,1	21,9	24,5	22,8	24,3	23,8	23,4	22,1	24,9	23,7
Juin	26,6	27,4	27,7	28,6	31,9	29,2	30,5	29,7	26,9	26,3	28,4	28,5
Juillet	31,4	28,2	30,2	30,3	33,0	31,6	31,8	35,4	29,4	28,7	31,4	31,0
Août	29,9	30,7	31,6	29,4	35,7	29,6	29,7	28,6	29,5	28,5	33,2	30,6
Septembre	25,8	25,8	23,6	22,9	25,3	27,0	25,5	27,0	26,1	23,6	27,1	25,4
Octobre	19,9	19,1	22,1	19,9	17,9	19,7	19,9	21,5	20,1	18,8	20,7	20,0
Novembre	12,4	13,3	13,4	15,7	15,0	14,2	13,8	16,3	14,7	13,0	15,3	14,3
Décembre	10,4	11,8	9,0	11,3	11,5	10,9	8,3	11,2	11,6	9,0	9,8	10,4

Températures moyennes mensuelles

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	6,2	5,2	6,7	5,5	4,8	5,6	5,4	3,9	7,7	7,5	3,8	5,7
Février	6,2	8,3	7,6	9,0	4,9	6,2	4,3	5,3	8,3	8,1	6,7	6,8
Mars	10,1	10,4	11,5	11,1	10,0	8,6	8,5	9,5	10,2	9,0	10,2	9,9
Avril	12,5	12,0	12,0	13,3	12,5	12,1	12,1	13,9	15,6	11,8	13,2	12,8
Mai	17,9	17,4	17,6	15,6	17,4	15,6	16,9	16,5	17,2	16,4	18,1	17,0
Juin	19,2	20,4	20,1	20,8	23,7	21,3	22,5	21,0	20,1	20,1	21,2	20,9
Juillet	23,4	20,8	22,6	22,8	24,6	23,6	23,8	26,7	21,6	21,9	23,7	23,2
Août	22,8	23,2	23,5	22,1	26,6	22,5	22,5	21,6	22,1	21,5	24,6	23,0
Septembre	19,7	18,9	17,1	17,4	18,3	19,5	19,2	20,5	19,1	17,0	19,7	18,8
Octobre	14,5	14,1	16,7	14,3	12,7	15,3	15,6	16,3	14,1	13,2	14,7	14,7
Novembre	7,7	8,9	8,3	11,0	9,9	8,9	8,5	11,3	8,8	8,9	10,5	9,3
Décembre	5,7	8,2	3,9	7,1	7,0	6,0	3,3	6,2	6,0	5,2	5,6	5,8

Données précipitations Salindres

Précipitations mensuelles

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	87,5	11,8	212,9	75,7	66,8	57,4	3,6	127,4	21,2	148,0	62,0	79,5
Février	0,2	6,1	28,9	102,4	24,5	54,6	2,8	21,4	33,6	56,8	141,0	42,9
Mars	83,4	61,4	167,6	154,4	22,2	81,9	12,8	61,6	25,0	31,0	70,7	70,2
Avril	35,1	178,0	42,9	61,7	97,4	108,6	79,5	23,6	55,0	118,0	128,7	84,4
Mai	153,2	78,5	74,3	91,5	31,7	31,3	48,9	42,4	174,4	201,4	27,2	86,8
Juin	56,6	73,4	92,2	88,0	24,6	17,2	27,3	13,0	82,6	102,2	32,2	55,4
Juillet	5,6	43,2	78,6	41,5	125,1	4,0	5,4	24,6	15,6	54,8	16,5	37,7
Août	81,5	93,4	31,7	92,9	40,2	97,2	26,8	51,4	15,8	49,6	45,4	56,9
Septembre	120,0	183,4	123,9	619,5	151,6	36,9	338,6	200,0	61,2	41,8	31,4	173,5
Octobre	126,5	131,2	293,9	130,9	117,3	326,7	163,2	111,4	31,6	273,2	157,9	169,4
Novembre	102,1	202,0	21,1	254,0	250,4	136,1	65,2	265,6	161,0	196,2	30,9	153,1
Décembre	29,7	227,8	5,4	208,9	239,5	34,5	12,8	51,4	13,8	238,0	127,5	108,1
Total	881,4	1290,2	1173,4	1921,4	1191,3	986,4	786,9	993,8	690,8	1511,0	871,4	

Données précipitations Alès

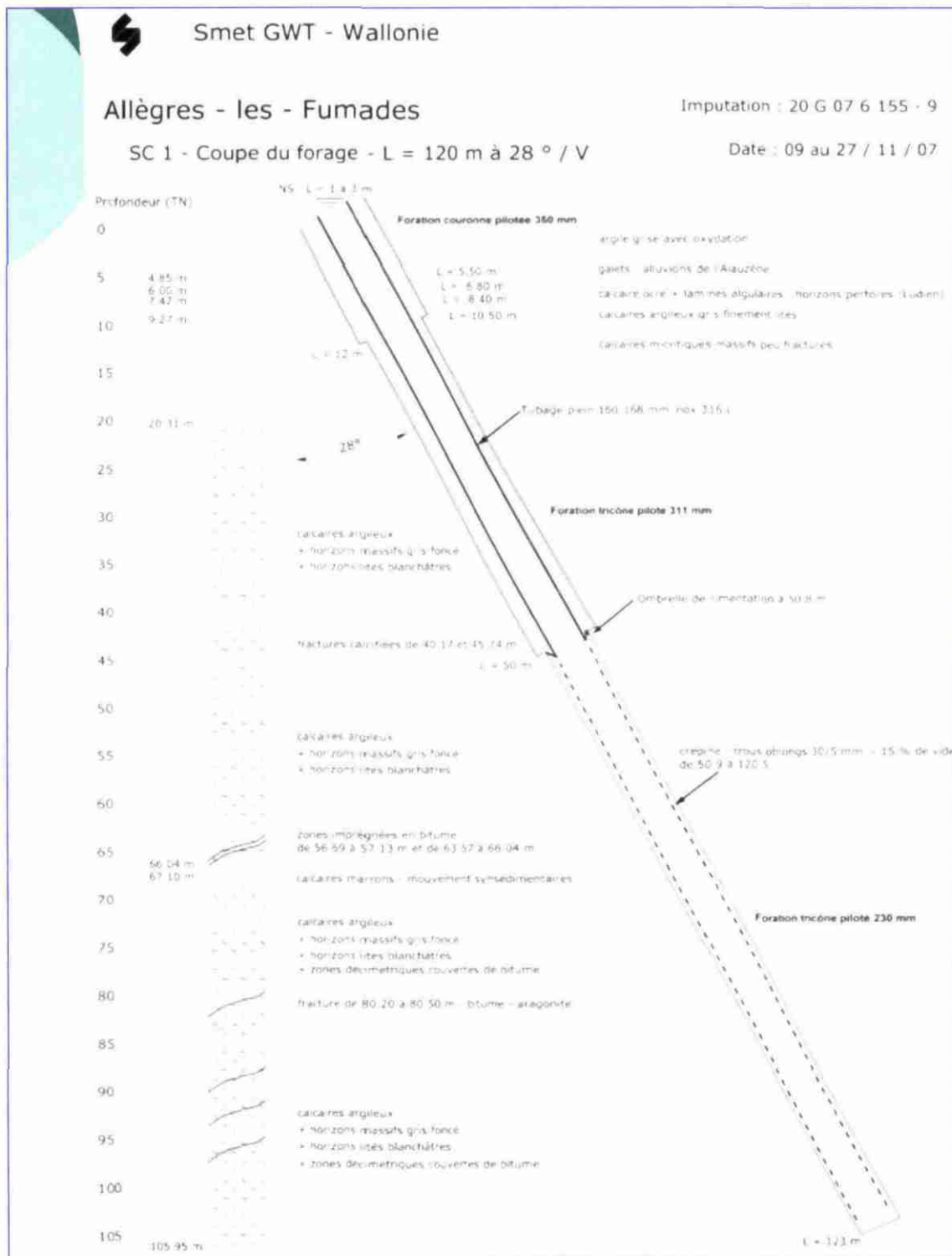
Précipitations mensuelles

Mois	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moyenne
Janvier	65,0	8,5	220,0		61,5	53,5	2,5	136,0	20,5	134,0	58,5	76,0
Février	0,0	4,5	24,5		23,5	36,5	3,5	18,0	34,5	50,5	127,0	32,3
Mars	105,5	52,5	163,5		24,5	104,5	10,0	50,0	17,0	26,0	58,5	61,2
Avril	69,8	183,5	30,5		73,0	124,5	82,5	24,5		97,5	125,0	90,1
Mai	153,0	66,5	82,0		53,0	48,5	47,0	31,0	146,0	223,0	28,5	87,9
Juin	63,5	59,5	81,0		22,5	10,0	23,5	12,0	62,0	91,0	26,0	45,1
Juillet	6,5	27,5	91,5		102,5	4,5	8,5	24,5	11,5	28,0	24,0	32,9
Août	79,0	86,5	22,0		42,5	82,5	20,0	41,5	12,5	62,5	46,5	49,6
Septembre	174,5	175,0	130,5	580,0	147,0	50,0	333,5	152,5	55,0	27,0	18,0	167,5
Octobre	161,5	98,0	231,0	138,5	116,0	328,0	145,5	118,0	23,5	229,5	148,5	158,0
Novembre	132,0	235,0		267,5	317,5	89,5	52,0	202,0	203,5	169,5	33,0	170,2
Décembre	23,5	348,5		212,3	233,5	34,5	6,5	41,5	12,5	188,5	99,5	120,1
Total	1033,8	1345,5	1076,5	1198,3	1217,0	966,5	735,0	851,5	598,5	1327,0	793,0	

Annexe 3

Coupes des forages

Forage Phénix. 09128x0055/SC1



Forage SC2. 09127X0021/SC2



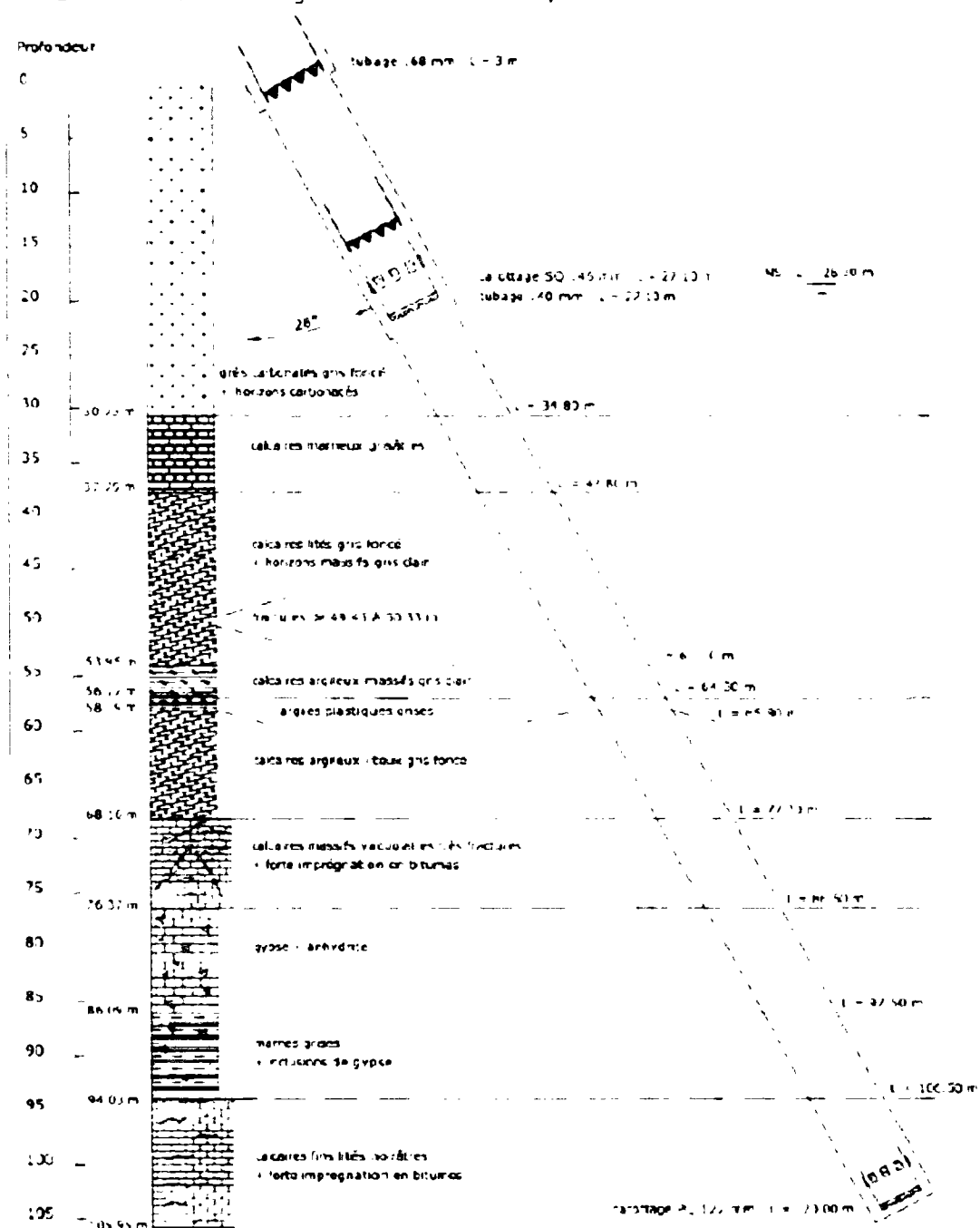
Smet GWT - Wallonie

Allègres - les - Fumades

Imputation : 20 G 06 6 321 - 9

SC 2 - Coupe du forage - L = 120 m à 28 ° / V

Date : 24 au 31 / 01 / 07



Annexe 4

Analyse de référence de l'autorisation d'exploitation du forage "Phénix"

Les caractéristiques du gisement auquel appartient l'eau du captage Phénix ont été déterminées par arrêté ministériel en date du 16 février 2000 à partir de celles des deux sources "Étienne" et "Romaine".

Sources d'Allègre (Gard)		Etienne		Romaine	
Lieu de prélèvement		émergence		émergence vers ORL	
Date du prélèvement du LNEHT		22/06/1998		23/06/1998	
Température en °C		16,5		16,0	
pH		6,6		6,7	
Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C		2120		2190	
Alcalinité en ml N/10		94,7		87,5	
Sulfuration totale en mMole/l		3,32		1,91	
SiO ₂ en mg/l		27,6		18,5	
CO ₂ libre en mg/l		< 20		< 20	
H ₂ S dissous en mg/l		84,2		45,7	
Résidu sec à 180°C en mg/l		2120		2218	
Résidu sec à 260°C en mg/l		2076		2125	
Résidu sulfaté en mg/l		2148		2241	
ANIONS en mg/l		mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
HS-	Sulfhydre	28,1	0,849	18,8	0,570
S ₂ O ₃ -	Thiosulfates	10,5	0,187	< 5	
SO ₄ -	Sulfates	1033	21,507	1119	23,298
OH-	Hydroxydes	0,0	0,000	0,0	0,000
CO ₃ -	Carbonates	0,08	0,003	0,1	0,003
HCO ₃ -	Hydrogénocarbonates	525,7	8,618	498,8	8,177
H ₃ SiO ₄	Silicates	0,02	0,000	0,02	0,000
Cl-	Chlorures	12,3	0,346	11,5	0,324
NO ₃ -	Nitrates	< 1		< 1	
NO ₂ -	Nitrites	< 0,02		< 0,02	
F-	Fluorures	1,2	0,063	1,1	0,058
PO ₄ -	Phosphates	< 0,1		0,14	0,004
Total anions			31,574		32,435
CATIONS en mg/l		mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca++	Calcium	482	24,052	505	25,200
Mg++	Magnésium	73,8	6,069	78,9	6,488
K+	Potassium	2	0,051	1,7	0,043
Na+	Sodium	9,3	0,404	6,6	0,287
Li+	Lithium	< 0,1		< 0,1	
Fe++	Fer	< 0,005		< 0,005	
Mn++	Manganèse	0,02	0,001	0,008	0,000
Sr++	Strontium	13,8	0,315	12,6	0,288
NH ₄ +	Ammonium	0,8	0,044	0,3	0,017
Total cations			30,937		32,323
ELEMENTS TRACES en $\mu\text{g}/\text{l}$					
Al	Aluminium	3		< 3	
As	Arsenic	< 5		< 5	
B	Bore	< 200		< 200	
Cd	Cadmium	< 1		< 1	
Cr	Chrome	< 1		< 1	
Cu	Cuivre	< 5		< 5	
Pb	Plomb	< 10		< 10	
Se	Sélénium	< 10		< 10	
Zn	Zinc	< 5		< 5	

Annexe 5

Arrêté n° 2009-134-5 (Autorisation d'exploitation du forage Phénix)



PREFECTURE DU GARD

DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES
DU GARD

NÎMES, le

14 MAI 2009

ARRÊTÉ n° 2009-134-5

**Portant autorisation d'exploitation de l'eau minérale naturelle du forage
Phénix située sur la commune d'Allègre Les Fumades
à des fins d'utilisation thérapeutiques
dans un établissement thermal**

Vu le code de la santé et notamment les articles L. 1322-1, L. 1322-2 et R. 1322-8, R1322-13, R. 1322-5 à R. 1322-11 ;

Vu le Code de la Santé Publique, chapitre 1er du titre II section 2 « dispositions relatives à l'exploitation d'une source d'eau minérale naturelle » et notamment sous section 1 « Autorisation d'exploiter et reconnaissance administrative d'une eau minérale naturelle » et les articles R.1332-5 et suivants ;

Vu l'arrêté ministériel du 16 février 2000 accordant au Conseil Général du Gard, l'autorisation de livrer et d'administrer au public, en tant qu'au minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau des captages « Etienne » et « Romaine » situés sur la commune d'Allègre (Gard) ;

Vu l'arrêté préfectoral N° 2008-77-14 du 17 mars 2008, modifié par l'arrêté préfectoral n° 2009-91-18 du 1^{er} avril 2009, portant autorisation provisoire d'exploitation de l'eau minérale naturelle du forage Phénix située sur la commune d'Allègre Les Fumades à des fins d'utilisation thérapeutiques dans un établissement thermal ;

Vue la demande en date du 11 février 2009, présentée par monsieur Brun agissant au nom et pour le compte du SIVU « Pôle Santé Bien Être Alès les Fumades », en vue d'obtenir l'autorisation d'exploiter, en tant qu'eau minérale naturelle, l'eau du captage Phénix situé sur le territoire de la commune Allègre Les Fumades, département du Gard, exploitée sur le territoire de la commune d'Allègre Les Fumades, département du Gard, à des fins d'utilisation à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ;

Vu le rapport de Monsieur Pierre BERARD, hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique, en date du 24 avril 2009 ;

Vu l'avis de la commission départementale compétente en matière d'environnement, de risques sanitaires et technologiques du département du Gard, en date du 5 mai 2009;

Considérant les contaminations bactériologiques des deux ressources « Etienne » et « Romaine » et des points d'usages constatés lors des saisons 2005 et 2006 ;

Considérant que la comparaison des caractéristiques physico chimiques de l'eau du forage Phénix avec les références autorisées (arrêté ministériel du 16 février 2000 pour les sources « Etienne » et « Romaine ») ainsi que la présentation du diagramme de Berkaloff, permettent de noter qu'il n'existe pas de différence notable entre les eaux ;

Considérant que les eaux du captage Phénix et des deux sources « Etienne » et « Romaine » proviennent du même gisement d'un point de vue géologique ;

Considérant l'ensemble des résultats des analyses effectuées par le laboratoire de IPL, santé environnement durables sur l'eau du captage Phénix ;

Considérant la nécessité d'assurer un suivi de la stabilité des caractéristiques de l'eau du captage Phénix ;

Sur proposition de la secrétaire générale de la préfecture de Gard,

ARRETE

Article 1 : Objet de l'autorisation

Le SIVU « Pôle Santé Bien-être Alès-les Fumades » est autorisé, à exploiter, dans les conditions légales et réglementaires fixées par le code de la santé publique, ainsi que dans les conditions particulières définies dans le présent arrêté, sur le territoire de la commune d'Allègre-les-Fumades dans le département du Gard, le captage Phénix en tant qu'eau minérale naturelle à des fins d'utilisation thérapeutiques dans un établissement thermal.

Article 2 : Identification du captage

Le captage mentionné à l'article 1er est défini ci-dessous :

Captage	Coordonnées Lambert II étendu (zone [I,II,III,IV])		Altitude NGF	Parcellaire cadastral
	X	Y		
Phénix	751.506.30	1911.418.15	136.16	1577 de la section D

Il est enregistré dans la banque de données du sous sol du BRGM sous le numéro BSS :
0912-8X-0055

Article 3 : Caractéristiques du captage et débit maximum autorisé

Les caractéristiques du captage Phénix, dont la coupe géologique et technique figure en annexe I du présent arrêté, sont les suivantes :

Captage	Profondeur du captage	Pompage ou artésien	Débit maximum autorisé
Phénix	123 m	pompage	7 m ³ /h

Article 4 : Equipement du captage

Le captage est doté d'une pompe électrique immergée (avec clapet anti-retour), d'un robinet de prélèvement en tête de forage résistant à la flamme et de dispositifs de suivi des paramètres suivants : température, conductivité, débit et pression (niveau de l'eau complété par le suivi des piézomètres Pz1 et Pz2).

Ces paramètres sont mesurés en continu et enregistrés.

Les appareils de mesure et d'enregistrement seront tenus en bon état de fonctionnement, régulièrement contrôlés et ré-étalonnés ou recalibrés si nécessaire (mallette WTW par exemple pour C et T "in situ").

Les enregistrements, courbes ou graphes devront être à jour, et tenus à disposition de la DDASS.

Tout incident ou accident pouvant survenir entre temps, devra être immédiatement signalé à la DDASS, les conséquences seront réduites ou réparées dans les meilleurs délais, en mobilisant les compétences et les moyens techniques optimaux. Un rapport spécifique rendra compte de façon détaillée des interventions qui auront été nécessaires.

Article 5 : Sources anciennes

Des mesures de protection ou de mise en sécurité ou d'abandon définitif des anciennes sources situées dans un rayon de 250 m autour du captage Phénix seront définies puis mises en œuvre.

La mise en sécurité définitive des sources Romaine et Etienne devra être effective avant le 1^{er} mars 2010.

Article 6 : Périmètre sanitaire d'urgence (PSE) et protection du captage Phénix

La tête du puits est protégée par un local en béton préfabriqué autoporteur pouvant être déplacé et remis en place facilement sans dommage en cas d'intervention sur le forage. Le local est muni d'aérations, d'un radiateur industriel pour le maintien hors gel et d'une porte fermant à clé.

L'extérieur est ceinturé par une dalle en béton de 2 m de large inclinée à l'opposé du local et comportant un caniveau périphérique de collecte des eaux de ruissellement connecté à un drain d'épandage enterré.

Le périmètre sanitaire d'urgence (PSE) du captage est délimité par un carré de 10 m de côté centré sur le local préfabriqué autoporteur qui protège la tête de forage avec une clôture de 2 m de hauteur équipée d'un portail fermé à clé.

Aucune activité, ou installation autres que ceux réservés à l'exploitation et à l'entretien du forage, et aucun dépôt ou stockage, aucune aire d'eau stagnante ne sont tolérés à l'intérieur du PSE, qui sera maintenu propre, avec une herbe rase. L'utilisation des pesticides et engrais ou de produits toxiques de toutes natures est interdite.

Ces locaux doivent être maintenus clos et en état de propreté. A l'intérieur de ces locaux sont interdits les actes ou travaux de nature à compromettre la pureté de l'eau. Seules sont tolérées les activités nécessaires à l'entretien du captage.

Article 7 : Caractéristiques de l'eau

L'eau pompée ne subit aucun traitement avant utilisation.

Les caractéristiques du gisement auquel appartient l'eau du captage « Phénix », ont été déterminées par arrêté ministériel en date du 16 février 2000 à partir de celles des sources « Etienne » et « Romaine ».

Ces caractéristiques, présentées en annexe III, sont utilisées comme référence caractéristique eau minérale naturelle à usage thermal.

Article 8 : Surveillance de la qualité de l'eau par l'exploitant

L'établissement établit un programme de prélèvements et d'analyses d'auto-surveillance pour suivre la qualité de l'eau du captage, de l'eau après transport et au niveau des postes de soins. Ce programme est transmis à la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales au plus tard dans le mois qui suit la notification du présent arrêté. Toute modification significative est transmise systématiquement à la DDASS, Service Santé Environnement.

Toute anomalie dans les résultats et les actions mises en place sont portées, sans délai, à la connaissance de la DDASS, avec confirmation par télécopie.

L'exploitant transmet à la DDASS un bilan synthétique annuel avant le 31 décembre de chaque année comprenant notamment un tableau des résultats d'analyses ainsi que toute information sur la qualité de l'eau minérale naturelle et sur le fonctionnement du système d'exploitation, notamment la surveillance, les travaux et les dysfonctionnements.

Article 9 : Contrôle de la qualité de l'eau par les autorités sanitaires

Le programme d'analyses du contrôle sanitaire (joint en annexe IV du présent arrêté) comprend des prélèvements réalisés :

- à l'émergence du captage,
- aux points d'usage (postes de soins),
- et à tous autres points sur les installations de distribution de l'eau minérale, si cela le nécessite.

Ce programme d'analyses du contrôle sanitaire pourra être renforcé, à la demande de la DDASS, en cas de variation notable des caractéristiques physico-chimiques de l'eau du captage Phénix.

L'exploitant est tenu d'identifier tous les points critiques aux niveaux desquels une surveillance est nécessaire (stockage, échangeur thermique, nourrice de distribution,...).

Les prélèvements inopinés (en plus du contrôle sanitaire réglementaire) effectués au titre du contrôle sanitaire prévus à l'article R.1322-44-2 du code de la santé publique sont réalisés par un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé, aux frais de l'exploitant, à la demande de la DDASS.

Article 10 : Modification

Tout projet de modification des installations et des conditions d'exploitation mentionnées dans le présent arrêté, accompagné de tous les éléments utiles pour l'appréciation du projet doit être soumis au préfet.

Article 11 : Abrogation

L'arrêté préfectoral n° 2008-77-14 du 17 mars 2008, modifié par l'arrêté préfectoral n° 2009-91-18 du 1^{er} avril 2009, portant autorisation provisoire d'exploitation de l'eau minérale naturelle du forage Phénix située sur la commune d'Allègre-les-Fumades, à des fins d'utilisation thérapeutiques dans un établissement thermal, est abrogé.

Article 12 : Sanction

L'inobservation des prescriptions du présent arrêté peut donner lieu à l'application des dispositions des articles L1324-1 et suivants du code de la santé publique.

Article 13 : Voies de recours

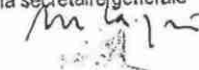
Un éventuel recours contre le présent arrêté doit être formé dans un délai de deux mois à partir de sa notification au demandeur. A l'égard des tiers, ce délai court à compter de la publication de la décision au recueil des actes administratifs de la préfecture du Gard.

Article 14 : Exécution

La secrétaire générale de la préfecture, le sous-préfet d'ALÈS, le maire de la commune d'Allègre-les-Fumades, le président du SIVU « Pôle Santé Bien-être Alès-les-Fumades » et le directeur départemental des affaires sanitaires et sociales sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture du Gard.

Le préfet,

Pour le Préfet,
la secrétaire générale



Martine LAQUIEZE

Liste des annexes :

- Annexe I : coupe géologique et technique de l'ouvrage
- Annexe II : situation cadastrale et périmètre sanitaire d'urgence
- Annexe III : caractéristiques de l'eau des captages du gisement
- Annexe III bis : comparaison des éléments majeurs entre les eaux des captages Phénix, Romaine et Etienne (diagramme de Berkaloff)
- Annexe IV : programme d'analyses du contrôle sanitaire

Le destinataire d'une décision administrative qui désire la contester peut effectuer, dans les deux mois, à partir de la notification de la présente décision :

- *un recours gracieux, auprès de Monsieur le préfet du Gard (10, avenue Feuchères, 30 045 NIMES cedex 9) ;*
- *un recours hiérarchique, auprès de Madame le Ministre chargé de la Santé (8 avenue de Ségur, 75 350 PARIS 07 SP) ;*
- *un recours contentieux, auprès du Tribunal Administratif de NIMES (16 avenue Feuchères, 30 000 NIMES)*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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