Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

CONSEIL GENERAL
LOZERE

Document Public

Inventaire des eaux thermales et minérales du département de la Lozère

RAPPORT DE SYNTHESE

B.R.G.M.
-1. SEP. 1999
BIBLIOTHÈQUE

Janvier 1999
R 40509

BRGM

Mots clés : Eaux thermales, eaux minérales, inventaire, Lozère.

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

P. Bérard (1999) - Inventaire des eaux thermales et minérales du département de la Lozère (France). Rapport de synthèse BRGM R40509, 164 p., 13 fig., 22 tabl., 3 ann.

© BRGM, 1999, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

"Et je m'ébahis grandement d'un tas de fols philosophes et médecins, qui perdent temps à disputer dond vient la chaleur de ces dites eaux"

RABELAIS, livre II, chapitre XXIII

Synthèse

La station thermale de BAGNOLS-les-BAINS était jusqu'à la fin des années 1980, le seul établissement agréé qui exploitait les eaux souterraines minérales et thermales de la LOZERE.

Antérieurement, l'établissement de la CHALDETTE avait connu une exploitation de moindre importance, avant d'être laissé à l'abandon. La réfection du captage avec la réalisation d'un forage incliné, puis la construction de bâtiments modernes ont permis de renouer avec le thermalisme pour cette station de la commune de BRION, qui associe les séjours de remise en forme et de tourisme vert aux bienfaits des eaux thermales de la source des GRANITS.

Depuis 1995, les eaux carbo-gazeuses de QUEZAC sont exploitées par forage et embouteillées. Cette opération exemplaire a abouti avec l'appui et la volonté incitative du Conseil Général de la Lozère, en partenariat avec VITTEL puis avec le Groupe NESTLE.

Ces réalisations montrent tous l'intérêt qui découle d'une valorisation des réservoirs souterrains eaux thermales et minérales tant pour les bienfaits sur la santé des personnes, que dans le cadre du développement économique régional avec la création d'une unité d'embouteillage.

Il importait donc de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible des sources anciennement exploitées, abandonnées, et des indices connus ou cités dans la littérature, de les localiser, de les identifier en les rattachant à un contexte géologique, structural et hydrodynamique qui pourrait faire l'objet de reconnaissances particulières.

Les eaux minérales et thermales présentes en Lozère, exploitées ou non, s'inscrivent dans la diversité des eaux minérales de l'Auvergne et du Languedoc en étant le reflet de la complexité géologique qui affecte les formations du socle et de sa couverture sédimentaire.

Le caractère thermal des sources est dû, pour une grande part, aux remontées magmatiques qui se sont produites depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire récent : en Auvergne, en Margeride, en Aubrac, au sein même des Causses, et en certains secteurs des Cévennes.

A partir des 190 références bibliographiques qui ont été répertoriées et après enquête auprès des communes, 65 émergences, griffons, captages et forages ont été répertoriés, dont 12 situés sur les départements voisins du Cantal, de la Haute-Loire et de l'Ardèche.

Parmi les 53 points retenus en Lozère, 13 sources ont fait l'objet de mesures in-situ, et 11 analyses multi-élémentaires (35 paramètres analysés) à partir de températures ou de conductivités plus élevées que la moyenne comme critères de sélection.

Il est à retenir :

- la faiblesse des débits pour les eaux du socle dont 6 sont issues des granites et 2 des schistes. Ce sont des eaux bicarbonatées sodiques et ferrugineuses, et pour 5 d'entres elles carbo-gazeuses. Leur température est froide ou peu élevée, voisine de la température moyenne régionale ;

- des débits plus importants mais variables pour les eaux bicarbonatées des 5 sources venant des formations calcaires sédimentaires.

L'aquifère inférieur des causses contient des eaux plus chaudes et mieux protégées, accessibles par des forages dont les profondeurs devraient aller entre 100 et 750 mètres. Leur minéralisation peut-être plus élevée en sulfates (et en chlorures) du fait de la proximité du Trias et du Permien.

A ces opportunités en direction d'une utilisation possible en thermalisme des eaux des réservoirs profonds, s'ajoutent de réelles potentialités en matière d'embouteillage sous le label "eaux de sources – de Lozère".

Sommaire

Synthèse 4

Sommaire 6

1 - Contexte géographique et géologique du département de la Lozère 13

2 - Caractéristiques des eaux et réglementations des eaux thermales et minérales. 19

3 - Modalités du recensement entrepris en Lozère 21

3.1 - une recherche bibliographique 21

3.2 - une enquête auprès des Communes 21

3.3 - une visite systématique de terrain 21

3.4 - une identification des paramètres physico-chimiques 22

4 - Eaux minérales et thermales actuellement exploitées 25

4.1 - PRÉSENTATION 25

4.2 - La station thermale de la CHALDETTE 27
- 4.2.1 - Présentation géographique 27
- 4.2.2 - Description de la source de la Chaldette 28
- 4.2.3 - Reconnaissances et exploitation actuelle par forage 32
- 4.2.4 - Qualité physico-chimique des eaux 36
- 4.2.5 - Indications thérapeutiques de l'eau de la Chaldette 38

4.3 - Les eaux embouteillées de QUEZAC 40

4.4 - La station thermale de BAGNOLS-les-BAINS 47

5 - Inventaire des ressources potentielles 51

5.1 - En secteurs de socle cristallin de l'Aubrac et de la Margeride 51
- 5.1.1 - Les indices et ressources en eaux minérales et thermales de l'AUBRAC 51
- 5.1.2 - Les indices identifiés dans la MARGERIDE 57
- 5.1.3 - Les sources du CANTAL et de la HAUTE-LOIRE 85
- 5.1.4 - Les forages réalisés pour le programme ENERGEROC 100

5.2 - En secteurs de roches métamorphiques et éruptives du bassin de l'Allier aux Cévennes .. 102

5.2.1 - Les sources et autres indices du bassin de l'ALLIER 102
5.2.2 - Les sources des CEVENNES 109
5.2.3 - Les sources de l'ARDECHE OCCIDENTALE 112

5.3 - En secteurs sédimentaires des Causses majeurs et de leurs satellites 114

5.3.1 -Ressources en eau de l'aquifère inférieur des causses 115
5.3.2 - Les sources karstiques de l'aquifère supérieur 133

6 - Récapitulatif des indices identifiés ou répertoriés 137

6.1 - Récapitulatif des points d'eau identifiés et des aquifères associés 137

6.2 - Séquelles d'activité du volcanisme 146

6.3 - Caractérisation physico-chimique multiélémentaire des points visités 148

7 - Perspectives et recommandations 153

7.1 - Sélection des sources d'"Eaux Minérales" à spécificités les plus "intéressantes" 153

7.2 - Investigations dans l'aquifère inférieur des Causses 155

7.3 - Objectifs en "Eaux de Sources" 158

7.4 - Caractérisation et exploitation des ressources en eaux souterraines en Lozère 160

7.5 - En forme de conclusion 161

Liste des figures

Figure 1 - Contexte géographique du département de la Lozère 15
Figure 2 - Carte des précipitations en Lozère (moyennes 1961-1990) 16
Figure 3 - Cadre géologique simplifié 17
Figure 4 - Coupe géologique et coupe technique du forage de la CHALDETTE 35
Figure 5 - Source DIVA : étiquette d'origine 42
Figure 6 - Eau minérale QUEZAC : bouteille et étiquette de juin 1995 46
Figure 7 - Cadre géologique de l'AUBRAC 55
Figure 8 - Coupe schématique à travers le lacolite de la Margeride, ... 56
Figure 9 - Source du MAZEL DES LAUBIES : étiquette d'origine 70
Figure 10 - Source MARIE-SOUVERAINE d'Entraygues : étiquette d'origine 105
Figure 11 - Localisation des eaux thermales et minérales - Contexte géologique 143
Figure 12 - Localisation des eaux thermales et minérales - Répartition des indices par système aquifère 144
Figure 13 - Localisation des eaux thermales et minérales - Répartition des sources, des forages et des indices par commune 145

Liste des tableaux

Tableau 1 - Classification des eaux minérales (Ministère de la Santé) 11
Tableau 2 - Caractéristiques des eaux minérales et thermales actuellement exploitées en Lozère 26
Tableau 3 - Analyse des eaux de la CHALDETTE en 1861 (Ecole des Mines) 37
Tableau 4 - Analyse des eaux de la CHALDETTE entre 1885 et 1966 37
Tableau 5 - Analyse de la source DIVA à Quézac entre 1859 et 1956 44
Tableau 6 - Caractéristiques des sources de la Fontaine de SAINT ROCH 60
Tableau 7 - Analyse de l'eau des sources du MAZEL DES LAUBIES (Ecole des Mines de Paris) 67
Tableau 8 - Analyse de l'eau de la source Sainte-MARIE au MAZEL DES LAUBIES 71
Tableau 9 - Analyse de la source HAUTE du MAZEL DES LAUBIES (# 1844) 73
Tableau 10 - Analyses des sources Haute et Basses du MAZEL DES LAUBIES (1931 - 1932) 76
Tableau 11 - Typologie des sources Haute et Basses du MAZEL DES LAUBIES (M. Bonjean) 77
Tableau 12 - Analyses des eaux des trois sources du RANC A, B et C (N. Gassama, 1991) 82
Tableau 13 - Sources ODIVINES et St-JEAN : évolution de la composition chimique de 1890 à 1978 93
Tableau 14 - Sources ODIVINES et St-JEAN : évolution des caractéristiques physiques à l'émergence 94
Tableau 15 - Caractéristiques des sources d'ENTRAYGUES 102
Tableau 16 - Répartition des sources et des forages par contexte géologique et par département 138

Tableau 17 - Emergences, griffons, captages, forages et indices recensés en 1998 139
Tableau 18 - Caractéristiques des sources et des forages répertoriés 142
Tableau 19 - Analyse d'eau et mesures in-situ du 13 au 16 octobre 1998 150
Tableau 20 - Eléments en excès par rapport aux CMA et aux normes des eaux potables..... 154
Tableau 21 - Liste des sources karstiques d'un débit d'étiage supérieur à 5 l/s..... 157
Tableau 22 - Statistiques sur les principales sources en Lozère suivant le contexte lithologique..... 159

Liste des annexes

Annexe 1 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
Annexe 2 - RESULTATS DES ANALYSES D'EAU ET INTERPRETATIONS
Annexe 3 - ATLAS PHOTOGRAPHIQUE

PRESENTATION

- **Eaux de source :**

Les projets d'exploitation

se multiplient dans les Alpes du Sud. La consommation

croissante d'eau en France donne des idées aux maires.

Dans plusieurs communes du Sud des Alpes

touchées par la désertification,

les sources font resurgir

une activité économique disparue.

Les ECHOS du 17 mars 1998.

- **Eaux minérales et thermales :**

Il est à noter que les grandes distinctions s'effectuent entre :

les eaux de table,

les eaux de source,

les eaux minérales,

et les eaux minérales gazeuses.

C'est cette dernière catégorie qui représente la plus grande valeur pour ce qui est de la commercialisation. Le paramètre supplémentaire lié à la température (ou à la thermalité des eaux) conduit à la distinction des eaux thermales et des eaux thermo-minérales (ETM), à partir du moment où cette température est notablement plus élevée que la température moyenne des eaux du lieu considéré.

Les constitutants essentiels des eaux sont associés à une conductivité et à une minéralisation plus élevée en certains ions majeurs. La présence de gaz carbonique, et de sulfures ou d'oligo-éléments apportent des spécificités dans le cadre de l'embouteillage, ou de l'utilisation de ces eaux dans le cadre de thermalisme.

Après confrontation de nombreuses analyses, il est généralement admis que les quatre variétés d'anions et de cations suivants conditionnent les différents types d'eaux minérales par leurs variations quantitatives :

pour les anions : HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{--}, SiO_3^{--}
pour les cations : Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+, K^+

Les critères de classification des eaux minérales naturelles, selon le Ministère de la Santé, sont résumés dans le tableau suivant (teneurs en mg/l) :

Extrait sec à 180°C	Limite	CO_2^- libre qualitatif	Anion dominant	Le ou les cation(s) dominant(s)
Très faiblement minéralisée	< 50	< 250	Bicarbonatée	Sodique
Faiblement minéralisée	50 à 500	>250 gazeuse	Sulfatée	Calcique
Moyennement minéralisée	500 à 1000		Sulfurée	Magnésienne
Minéralisée	1000 à 1500		Chlorurée	Mixte
Très fortement minéralisée	> 1500			

Tableau 1 - Classification des eaux minérales (Ministère de la Santé)

En complément à ce tableau, des éléments remarquables par leur nature :
Fer, Manganèse, Silice, Arsenic, Fluor, Lithium, Strontium, Sélénium
peuvent être éventuellement indiqués.

Les différentes représentations graphiques pour la distinction des divers faciès s'effectuent avec les diagrammes de SCHOELLER- BERKALOFF, de PIPER, et à coordonnées rayonnantes (adopté par l'Académie de Médecine).

Pour une eau minérale, la notion de stabilité de la composition chimique ne se justifie que sur les résultats de ses constituants essentiels.

- **Premier inventaire des eaux thermales et minérales en LOZERE :**

Les statistiques du département de la LOZERE
par le Commandant JERPHANION , Préfet
en date du 11 Brumaire de l'an X,

rappellent aux pages 48 et 49 (Doc AD de Mende n° *8° 1447*) les eaux minérales et thermales alors connues et répertoriées dans le département de la LOZERE sur une quinzaine de Communes :

à **SARRONS (?),** près de St-Chély,

..... sans que d'autres précisions sur les localisations plus exactes, ou sur l'origine et la nature de ces eaux soient données, et sans aucune référence documentaire et bibliographique, qui auraient été les bienvenues.

S'y ajoutent dans un document daté du 4 août 1875 (AD n°*M12399*) des indices cités sur les communes de **Rieutort** (Coulagnes ou Fontforte), de **Chanac**, et de **Bédouès** (Salièges de Rampon ?).

Ce sont donc ces informations très partielles et succinctes qui représentaient les premiers éléments de notre enquête portant sur les eaux minérales et thermales du département de la LOZERE.

Nous remercions les différents services qui ont participé directement et au travers de leurs archives au présent inventaire, et les personnes qui nous ont accompagné sur les sites. Les éléments nouveaux et complémentaires s'il y en a peuvent être transmis au :

BRGM à Montpellier
1039, rue de Pinville – 34000 MONTPELLIER
tél : 04.67.15.79.80, Fax : 04.67.64.58.51
sous la rubrique : **"Recensement ETM – Lozère"**

1 - Contexte géographique et géologique du département de la Lozère

Le département de la LOZERE, localisé au Nord de la région Languedoc-Roussillon, représente la terminaison méridionale du Massif Central (figure 1). Il correspond au substratum mis en place lors de l'orogénèse hercynienne, réactivé lors des phases tectoniques ultérieures, ce qui se traduit :

- par une série de fissures et de fractures majeures comme en atteste le décrochement sénestre exceptionnel du granite de Villefort, et la série de grabens et de horsts qui affectent le massif de la Margeride,

- par des venues basaltiques importantes et récentes dans le prolongement vers le Sud des volcans d'Auvergne.

Les épisodes d'altération, d'érosion et de sédimentation sont à l'origine de la structure et de l'extension des aires sédimentaires marines et continentales. L'érosion a conduit à un arasement des reliefs hercyniens cristallins et métamorphiques, et à un plateau surélevé se retrouvant à la même altitude que les formations carbonatées des Causses qu'il encercle. Les grands accidents méridiens synsédimentaires, les failles normales et décrochements qui ont affecté le socle et sa couverture sur sa bordure méridionale, joints à des précipitations en averses exceptionnelles ont participé à la création d'un talus complètement dénudé, débarrassé des altérites et des sols, dans les Cévennes.

Ailleurs, en Aubrac, les épanchements volcaniques mio-pliocènes et les phénomènes glaciaires au Quaternaire ont laissé des traces nettement visibles. Aux époques les plus récentes enfin, des vallées profondes de plus de 500 m et des canyons ont procédé aux découpages des formations calcaires en Causses Majeurs et satellites, et en buttes témoin résiduelles.

La tectonique active en différentes époques, le magmatisme et le volcanisme associés sont à l'origine de tensions, et de flux de chaleur, de gaz, et de fluides hydrothermaux, de filons de natures variées, puis de sources chaudes et hyperthermales. Cette origine géothermique profonde des eaux et des gaz associés participe après un mélange avec les eaux météoriques infiltrées à la constitution de réservoirs d'eaux minérales et thermales. La remontée rapide des eaux se traduit par **des températures très élevées.** Une ascension plus lente et une accumulation temporaire dans les réservoirs carbonatés de la couverture sédimentaire (dans l'aquifère inférieur), ramènent l'eau à des températures plus froides en ajoutant à ses caractéristiques d'origine celles de la minéralisation carbonatée.

La LOZERE est encore appelée le "Pays des Mille Sources", tenant à l'altitude élevée avec des apports sous forme de neige, à l'importance des précipitations (figure 2), à la nature imperméable du substratum, et aussi aux caractéristiques karstiques des formations qui le recouvrent sur le quart SW du département (figure 3).

Les eaux ruissellent sur les schistes, les micaschistes, les gneiss, les granites, les granodiorites, les basaltes, pénètrent assez difficilement en profondeur, rechargent les arènes et réapparaissent dans les dépressions, en milieu et en bas des versants.

Les citernes en pays cévenol et sur les Causses ont longtemps représenté les seules ressources disponibles du fait de l'impossibilité de leur accumulation naturelle dans des réservoirs "immédiatement accessibles", et de leur cheminement rapide par infiltration vers les axes de drainage et en direction des niveaux de base. Il n'existe actuellement sur ces plateaux en partie dénudés aucun écoulement aérien pérenne. Ces eaux rejoignent les sources situées sur les versants en surplomb des écrans argileux ou marneux, et celles plus importantes localisées au fond des vallées de la Jonte, du Tarn et du Lot.

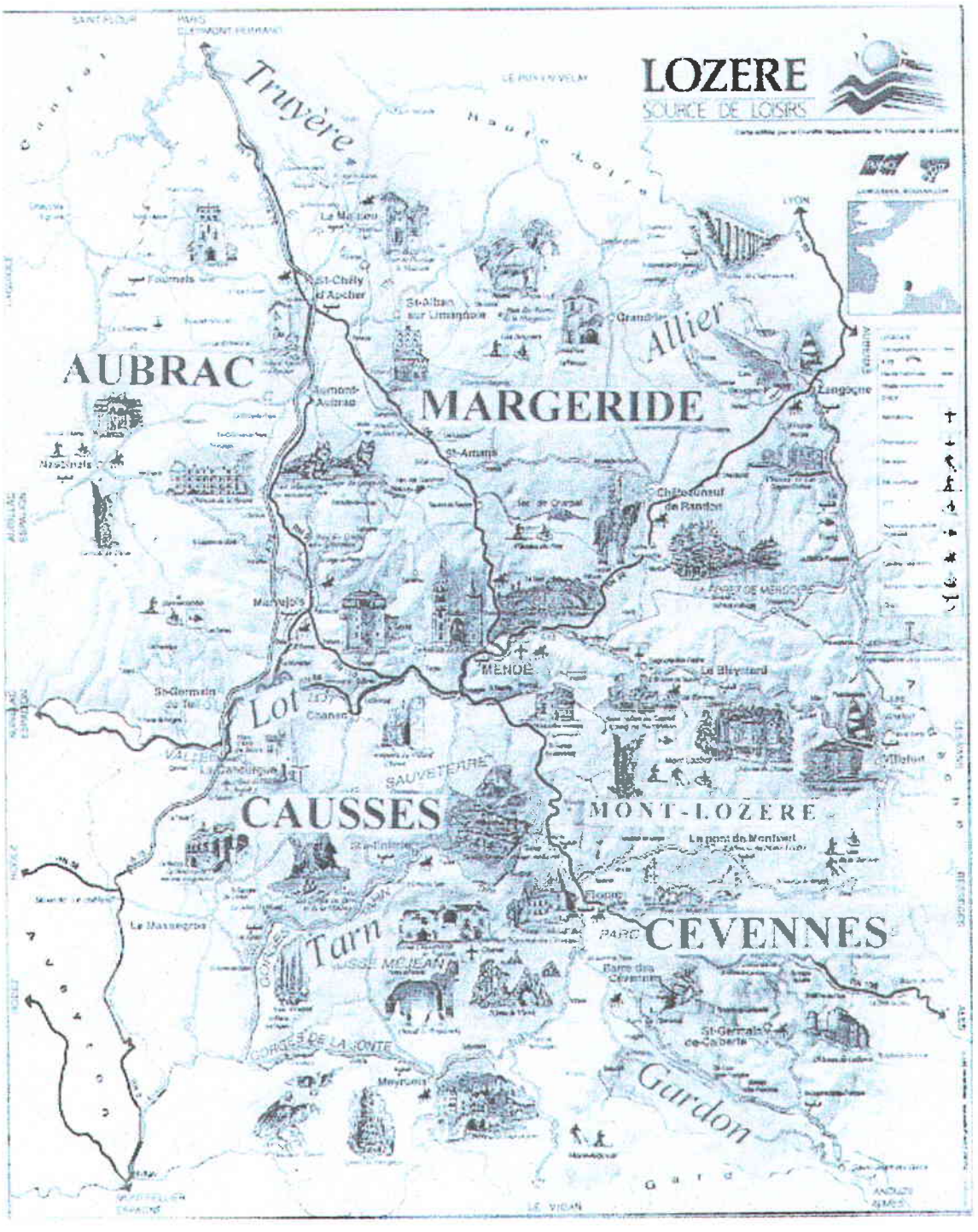


Figure 1 - Contexte géographique du département de la Lozère

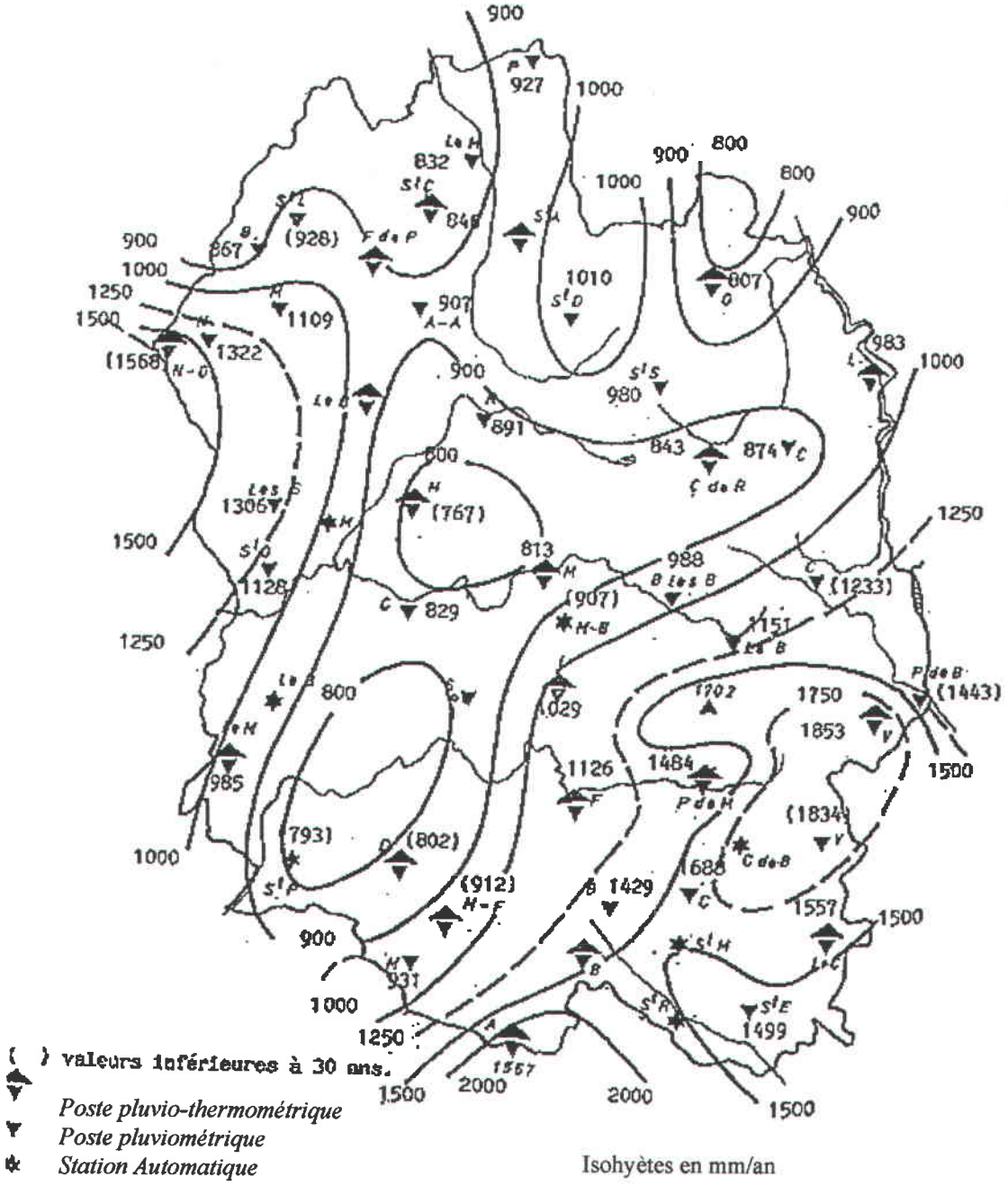
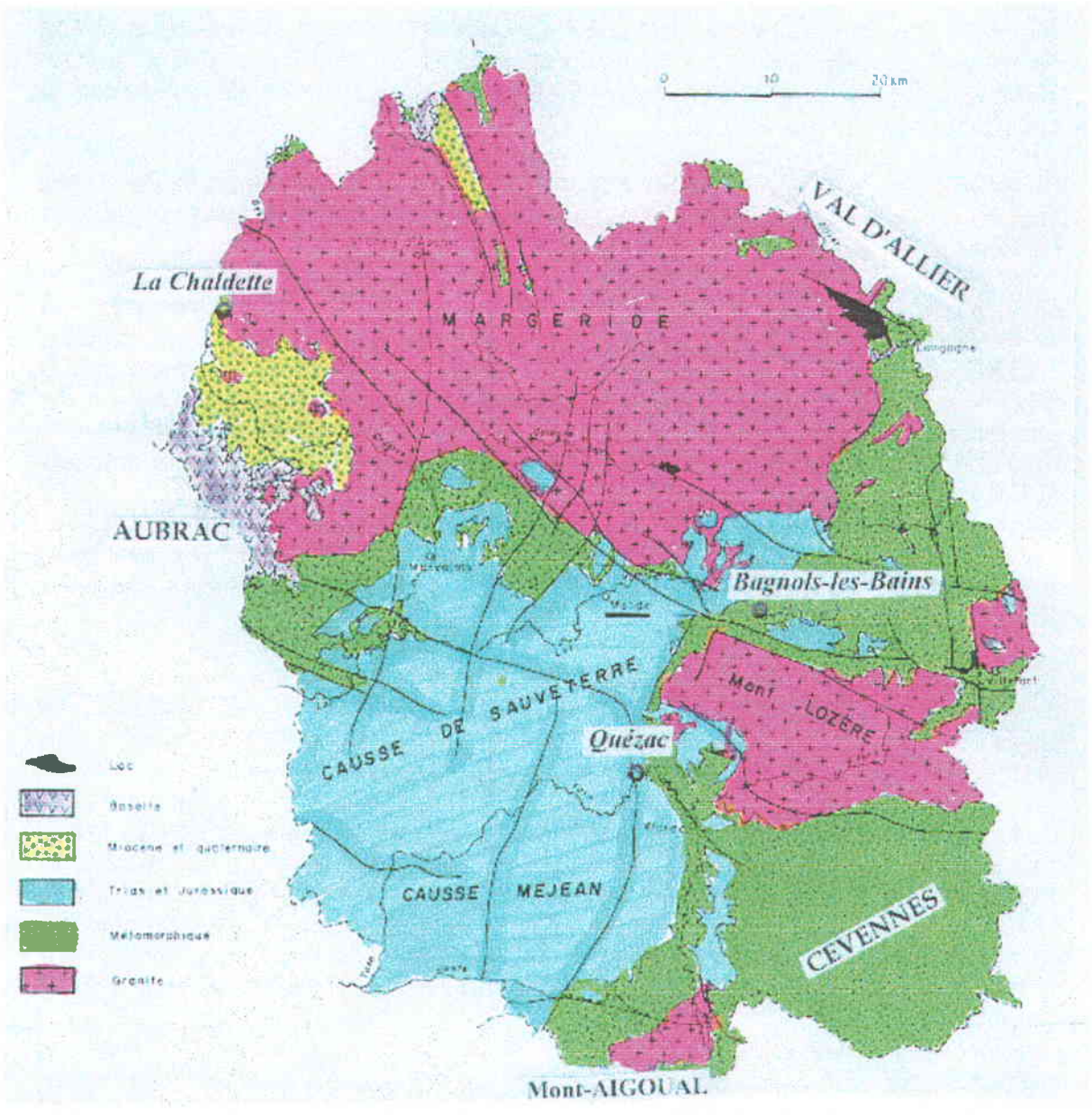


Figure 2 - Carte des précipitations en Lozère (moyennes 1961-1990)
(Données Météorologie Nationale, Mende)



Esquisse géologique de C. BAUDRACCO

Figure 3 - Cadre géologique simplifié

Eaux de surface et eaux karstiques participent des mêmes principes organisationnels en rivières aériennes et souterraines, en axes de drainage et en affluents, en confluences, en débordements et en turbidité lors des crues, en vulnérabilité directe à l'ensemble des pollutions anthropiques et animales.

On est très loin dans ces conditions particulières de celles optimales exigées en matière de qualité bactériologique ou physico-chimique et de constance de la minéralisation des eaux minérales et thermales.

Le recensement entrepris à l'échelle du département de la Lozère porte sur les rares contextes où un ensemble de conditions favorables sont réunies à la présence d'une eau de minéralisation spécifique et constante, si possible couplée à des valeurs de températures plus élevées que la moyenne régionale, et à la présence de gaz carbonique par exemple. Les contextes naturels des émergences ou des réservoirs souterrains doivent se traduire par **une absence de contamination bactériologique des eaux,** et par l'impossibilité d'une pollution pouvant transiter depuis la surface jusqu'à un point quelconque du trajet souterrain.

Toute minéralisation excessive en minéralisation totale, ou sur certains éléments non toxiques ou indésirables, ou en gaz dissous dans le cas du CO_2, n'est pas un obstacle, au contraire, dans le cas particulier des eaux dites "minérales".

Toute température anormalement élevée de l'eau, ou résultant d'un captage dans un aquifère à plus grande profondeur avec le bénéfice du gradient géothermique, sont également très favorables au thermalisme si médicalement on peut en faire la démonstration, ou à la création de structures permanentes de loisirs aquatiques et de centres de remise en forme.

D'où l'intérêt de cet inventaire qui se devait d'être le plus exhaustif possible, au moins sur le plan documentaire, puis ultérieurement sur le terrain, dans le cadre de reconnaissances complémentaires et plus précises des structures les plus favorables. D'où les nécessités de déborder géographiquement sur les sources connues et repérées à la périphérie des départements limitrophes, dans le but d'une meilleure compréhension des modalités de transferts hydrodynamiques au travers des réservoirs profonds et des systèmes fracturés de surface.

La plupart des sources connues sont localisées au sein des formations métamorphiques qui jouxtent les massifs de granites intrusifs, elles apparaissent à la faveur de filons ou de secteurs très fracturés. Les mélanges résultant de la rencontre avec des eaux plus superficielles, ou du transit au sein de réservoirs intermédiaires, conduisent à des minéralisations et des compositions chimiques spécifiques. A l'écart des émergences naturelles connues pour lesquelles le cheminement résulte de la simple gravité et de la thermalité des eaux, et suivant des méthodes et des guides de prospection optimaux axés sur la fracturation des roches et sur l'émanométrie, il est à remarquer que seule la prospection par forages de reconnaissance peut apporter les résultats les plus intéressants. Cette démarche reste valable autant pour les secteurs de socle fracturé que pour les aquifères sédimentaires, avec cette différence de premier ordre qui concerne une bonne connaissance préalable de la géométrie du réservoir et de sa couverture, ainsi que celle des conditions de cheminement préférentiels des eaux et des gaz d'origine profonde lors de leur phase terminale ascensionnelle.

2 - Caractéristiques des eaux et réglementations des eaux thermales et minérales.

D'après BLAVOUX, 1995 : "Dans tous les cas de figure, et **dans tous les contextes pétrographiques et structuraux, les eaux minérales sont toutes d'origine météorique**, même si leur séjour à plus ou moins grande profondeur dure souvent très longtemps".

Pour VASSEUR et al., 1997, "**Ces cheminements entre l'aire d'alimentation et à l'écart de l'émergence s'effectuent quelques fois, comme dans le cas de CHAUDES-AIGUES, à des vitesses pouvant être limitées à moins de 1 cm/an.** Ils expliquent les vastes étendues concernées par ces circulations qui seules peuvent assurer la pérennité et l'importance du débit (plus de 30 m^3/h) dans le secteur des émergences".

C'est lors de ces cheminements **à plus ou moins grandes profondeurs pouvant dépasser 4 ou 5 km, que les eaux acquièrent leur minéralisation et leur température, ainsi que leurs spécificités régionales et locales.**

La plupart des eaux rencontrées en LOZERE sont du type bicarbonaté (chloruré) sodique, calcique et magnésien, (K, Fe, ...) avec pour certaines la présence de gaz carbonique.

Beaucoup de ces sources sont à l'abandon et toujours très difficiles à retrouver. Sur les "Mille Sources" citées en LOZERE, plus de 95 % le sont dans le cadre des AEP, celles qui présentent des spécificités qui pourraient permettre de les rattacher aux eaux de sources thermales et aux eaux minérales sont moins d'une cinquantaine.

Il est à noter que les Eaux Minérales Naturelles (EMN) et que les Eaux Thermales et Minérales (ETM), sont celles qui présentent des propriétés thérapeutiques reconnues sur la base d'études médicales spécifiques. Les Arrêtés Ministériels d'Autorisation (AMA) précisent les modalités d'utilisation de ces eaux d'exploitation, de transport, et/ou de mélange.

La DRIRE en tant que gestionnaire des ressources du sous-sol, contrôle les conditions d'exploitation de l'eau à l'émergence. La DDASS vérifie la distribution et l'emploi de ces eaux dans ses aspects sanitaires, et fait effectuer des analyses régulièrement par un Laboratoire Régional agréé.

Il existe encore des sources "minéralisées", mais non autorisées, pour lesquelles les températures des eaux et leurs minéralisations ne sont pas significatives.

Les Eaux de Source, qui ne présentent pas de propriétés favorables à la santé, **sont des eaux d'origine souterraines "NON TRAITEES"**, potables sur les plans bactériologiques et physico-chimiques, en général peu minéralisées, non polluées, dans un site naturellement protégé. Ces émergences ou points d'eau susceptibles d'être agréés comme "Eaux de Source", n'ont été que très partiellement recensés.

3 - Modalités du recensement entrepris en Lozère

Le recensement des sources minérales et thermales entrepris au cours de l'année 1998 sur la totalité du département de la LOZERE a compris quatre volets principaux :

3.1 - UNE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

très conséquente avec l'appui des Archives Départementales à Mende, auprès de l'Evêché de Mende, dans la plupart des Services Départementaux et notamment auprès de la DDASS de la Lozère et de la DRIRE, à notre Bibliothèque Centrale à Orléans, dans nos Services Géologiques Régionaux, aux Facultés de Médecine et de Pharmacie de Montpellier, auprès de l'Université de Clermont-Ferrand, etc. ... **a permis de réunir et de recouper un ensemble d'informations sur les eaux thermales et minérales de la LOZERE.**

Une liste de ces publications, thèses, notes techniques, articles scientifiques ou simples résultats d'analyses est donnée en annexe 1 de la présente synthèse. La recherche d'indices et de sources pouvant se situer dans des contextes géologiques comparables a été élargie aux trois départements voisins du CANTAL, de la HAUTE-LOIRE et de l'ARDECHE.

3.2 - UNE ENQUETE AUPRES DES COMMUNES

avec l'envoi d'un courrier auprès des maires des 185 Communes, des Conseillers Généraux et des différents Syndicats Intercommunaux et SIVOM, pour lesquels le taux de réponse a été assez faible : moins de 10%.

Cet envoi a été suivi de relances par téléphone auprès d'une vingtaine de Communes, et de demandes de compléments et de localisations précises auprès d'autres.

3.3 - UNE VISITE SYSTEMATIQUE DE TERRAIN

sur les sites identifiés et retenus comme pouvant présenter des caractéristiques intéressantes au titre de la minéralisation, de la température des eaux, de leurs "vertus supposées ou indiquées".

Ces visites ont permis de compléter les informations contenues dans les documents examinés, dans nos propres archives de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) et de mieux préciser les contextes géologiques et géomorphologiques des émergences : éléments contenus sur les cartes topographiques de l'IGN à 1/25 000° et sur nos cartes géologiques à 1/50 000°, d'identifier les caractères structuraux majeurs au droit des griffons.

3.4 - UNE IDENTIFICATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

avec une série de mesures et de contrôles in-situ, du débit lorsque possible, de la température des eaux, de la conductivité, du pH et du potentiel d'oxydo-réduction (Eh), de dosages de la dureté (TH) et du TAC à notre Laboratoire de Montpellier. Ces mesures ont été complétées par une série de prélèvements sur 11 des sources les plus caractéristiques et représentatives des eaux minérales du socle et des terrains sédimentaires. Les analyses effectuées dans notre Laboratoire d'Orléans portent sur 35 éléments. Les résultats sont présentés et interprétés en annexe 2.

De façon à respecter le mieux possible les informations et leur origine, en citant les différents auteurs, nous avons reproduit "tel que" des parties parfois anecdotiques notamment extraites du livre de René CROZET "L'Auvergne qui guérit" de 1995, et d'autres souvent plus scientifiques sur les sources et indices retenus dans cet inventaire.

L'intérêt de reproduire ces extraits et études parfois très anciennes remontant jusqu'au début du 19ème siècle est de pouvoir se rapporter aux documents d'origine pour un site donné, s'agissant bien souvent de sources non autorisées, et de quelques sources qui ont pu être temporairement exploitées à des fins soit d'embouteillage, soit plus rarement de thermalisme, avec une prédominance très nette pour les usages locaux.

Même si l'inventaire entrepris ne conduit pas à l'établissement de fiches d'identification contenant un certain nombre de rubriques qui seraient restées incomplètes sur la plupart des sources, l'accent a été mis sur la localisation géographique, géomorphologique et géologique des captages et des sources, et des indices que nous avions retenus et qui nous ont été signalés.

Au total, ce sont **65 points particuliers qui ont été retenus dans cet inventaire**, dont **53 dans le département de la LOZERE sur 36 communes différentes.** Du fait de leur proximité, 12 autres points ont été ajoutés dont 8 pour le Cantal, 3 en Ardèche et 1 en Haute-Loire.

La LOZERE compte à ce jour 2 établissements thermaux et une unité d'embouteillage agréés.

Les 65 points "examinés" sont représentés par **44 sources, 15 forages, 3 lacs (eaux de surface) et 3 mofettes** : émanations gazeuses associées au volcanisme.

Les sources et les forages se répartissent comme suit :

- **8 sources et 11 forages pour les terrains sédimentaires** de l'aquifère supérieur et inférieur des Causses,

- **26 sources et 4 forages en terrains granitiques** dont certaines sans caractère minéralisé particulier,

- **10 sources en terrains métamorphiques.**

4 - Eaux minérales et thermales actuellement exploitées

4.1 - PRESENTATION

Dans le département de la LOZERE, tant au siècle dernier et jusqu'au début du siècle, de façon sommaire et artisanale au droit des griffons, que dans les périodes les plus récentes avec la réalisation de captages par forages pour la plupart peu profonds, **ce sont trois contextes géologiques et géographiques différents qui ont été sollicités,** puis abandonnés et enfin repris dans le cadre de réhabilitations et de rénovations nécessaires à de bonnes conditions d'exploitation.

Ces conditions sont allées de pair avec une amélioration dans la protection des captages eux-mêmes, et avec le captage des eaux au sein même des réservoirs, sous une protection naturelle suffisante qui leur assure l'absence de mélanges avec les eaux superficielles, et enfin avec une température plus élevée et de meilleures conditions de stabilité dans la composition physico-chimique des eaux.

Les accroissements de débit constatés vont souvent résulter par ce moyen d'investigation de l'interception sur une plus grande hauteur des réservoirs aquifères dans le cas des séries sédimentaires, et des fractures productrices "ouvertes" plus nombreuses dans le cas des formations de socle.

On distingue :

- au NW du département et **au Nord de l'Aubrac, la source de La CHALDETTE** qui est issue des formations **des granites porphyroïdes de la Margeride,** dans un contexte structural et hydrodynamique qui se rattache aux eaux de CHAUDES-AIGUES,

- au centre de la Lozère, la localisation géologique remarquable du site de **QUEZAC à l'entrée des Gorges du Tarn avec l'apparition de la source DIVA** (embouteillée au début de ce siècle) au sein des formations de calcaires dolomitiques de l'Hettangien, séries qui sont **rattachées à l'aquifère carbonaté inférieur des Causses Majeurs,**

- en partie Nord du **Mont Lozère et en limite orientale du Parc National des Cévennes, la source de BAGNOLS-les-BAINS,** la plus connue au point de vue du thermalisme, et la plus chaude (plus de 40°C), qui est issue des roches épimétamorphiques représentées par les schistes et micaschistes qui affleurent au Nord des granites du Mont Lozère.

La typologie des eaux exploitées et leurs caractéristiques sont les suivantes :

- **eaux bicarbonatées sodiques, faiblement minéralisées (500 à 610 mg/l), d'un débit naturel d'environ 1,8 m^3/h, et d'une température de 32,5°C, pour la source des Granits à La CHALDETTE. La température des eaux désormais extraites par pompage dans un forage est de 35,3°C et le débit d'exploitation se situe à 2,5 m^3/h,**

- **eaux bicarbonatées calciques et carbo-gazeuses fortement minéralisées pour la source de QUEZAC, avec une température de 14,5°C, une minéralisation d'environ 1450 à 1800 mg/l, et un débit d'exploitation actuel de l'ordre de 10 m^3/h,**

- **eaux bicarbonatées sodiques et sulfurées pour BAGNOLS-les-BAINS, avec présence d'H_2S, un débit naturel de l'ordre de 7 m^3/h, pour des températures de 36 à 42 °C, et une minéralisation moyenne comprise entre 550 et 800 mg/l.**

Ces caractéristiques synthétisées dans le tableau ci-après les démarquent de l'ensemble des nombreuses sources dites "banales" qui se trouvent être :

- très peu minéralisées (< 100 mg/l), acides et froides (5 à 10°C), et à faibles débits (moins de 2 m^3/h) dans les contextes de socle cristallin et métamorphique, en accord avec des circulations à faibles profondeurs;

- et bicarbonatées calciques "incrustantes" dans le cas des sources karstiques dont la minéralisation est comprise entre 250 et 400 mg/l, avec des températures de 9 à 12°C, et dont les débits variables peuvent être considérables, jusqu'à plus de 300 l/s pour certaines.

Source	Substratum	Typologie	Temp. (°C)	Minér. (mg/l)	Débit	
					l/ min	m^3/h
La CHALDETTE	granites porphyroïdes	bicarb. sodiques, radioactives	32 à 35,3	500 à 610	30 à 45	1,8 à 2,5
DIVA (Quézac)	calc et dolomies (sur schistes)	bicarb. calciques, et sodiques, avec CO_2	14,5 à 15	1450 à 1800	170	10
BAGNOLS-les-BAINS	schistes	sulfurées sodiques et bicarb., avec H_2S et fluor	36 à 42	550 à 800	120	7

Tableau 2 - Caractéristiques des eaux minérales et thermales actuellement exploitées en Lozère

Un des caractères essentiels de la nature minérale ou thermale de ces eaux est d'une part liée à leurs effets bénéfiques reconnus par l'Académie de Médecine, et d'autre part à la constance de leur composition physico-chimique pour ce qui concerne les paramètres principaux, en l'absence enfin de toute contamination bactériologique.

Les types d'eaux minérales : bicarbonatées calciques et sodiques,
chlorurées sodiques,
sulfurées, riches en fer et en fluor,
avec présence de gaz CO_2 ou H_2S,

sont représentatives des eaux rencontrées dans le Massif Central, avec des températures d'autant plus élevées que les circulations souterraines sont plus profondes et que les remontées sont plus rapides au travers de fissures et de fractures ouvertes. Les épisodes volcaniques de nature basaltique datant du Mio-Pliocène au Quaternaire récent sont suffisamment et largement répartis, y compris en secteurs sédimentaires : volcans des Eglazines, de Sauveterre, "maar" de l'immense doline de la Londe, ..., pour expliquer localement la présence de gaz carbonique ou d'autres gaz (voire des fumerolles) et constituants qui favorisent la remontée des eaux en même temps que la dissolution de certains composés minéraux essentiels des roches en place.

Les sources célèbres reconnues dans les départements immédiatement voisins du Cantal pour CHAUDES-AIGUES, et de l'Ardèche pour ST-LAURENT-les-BAINS, NEYRAC-les-BAINS et pour VALS-les-BAINS, participent de cette même logique entre des aires d'alimentation assez hautes en altitude, des circulations profondes très lentes et des remontées d'eaux minérales souvent très rapides pour ces quatre stations, associées également aux gaz provenant d'un magma peu profond à l'origine de témoins volcaniques.

4.2 - LA STATION THERMALE DE LA CHALDETTE

La Chaldette - Commune de BRION - 48310 FOURNELS *in CROZET R., 1995*

"Ma mère était condamnée à mourir sous huit jours, elle a duré neuf ans de plus, grâce à l'eau de la Chaldette. .., On lui trempa longuement sa jambe gangrenée dans l'eau sulfureuse et tiède qui sort du lavoir, et elle fut sauvée; le pied s'est refait, la peau s'est refaite aussi. Ceux que j'y ai envoyés depuis ont toujours été guéris".

La station thermale de La CHALDETTE Commune de BRION

4.2.1 - Présentation géographique

La CHALDETTE est un village situé à l'extrémité NW du département de la Lozère, en bordure des départements de l'Aveyron et du Cantal, appartenant aux régions voisines de Midi-Pyrénées et d'Auvergne. Il se compose d'une dizaine de maisons et fait partie de la commune de BRION qui compte 114 habitants. Les routes pour accéder à ce hameau sont étroites et sinueuses contribuant à l'isolement géographique de la station thermale pourtant ouverte dans une vallée à fond large où coule la rivière le Bès. La vallée du Bès est encaissée en aval, et évasée en amont, ce changement topographique coïncide avec l'extension de la calotte glaciaire de l'Aubrac et de ses langues à l'époque du Quaternaire. La dernière phase (Wurm) a laissé d'importants dépôts de moraines fluvio-glaciaires qui encombrent la vallée entre St-Rémy de Chaudes-Aigues et Grandval.

Le relief dans les alentours est vallonné, boisé en hauteur de feuillus (hêtres, érables, sorbiers, noisetiers, ..) et de conifères qui rend ce paysage doux et accueillant. Il assure la transition entre le paysage dénudé de l'Aubrac et un secteur Nord plus boisé.

Le climat est tempéré et montagnard, de moyenne altitude (1000 m) avec un caractère "continental auvergnat". Le plateau de l'Aubrac est réputé pour ses congères en hiver, avec notamment l'"écir" bien connu des anciens qui signifie "qu'il fait de la tempête, et que la neige, balayée par le vent, vole comme de la poussière". Les hivers sont froids avec des enneigements de novembre à mai qui permettent la pratique du ski dans les stations voisines de Laguiole, St-Urcize, et Nasbinals.

Le Docteur ROUSSEL P. écrivait en 1865 : "Le climat est des plus salubres ... l'air est habituellement pur et sans brouillard, les orages sont extrêmement rares ...". Les températures présentent un écart important entre le jour et la nuit très apprécié en été, la Chaldette étant

beaucoup plus protégée et réchauffée par l'influence Sud. L'humidité moyenne est proche de celle de Mende avec des précipitations moyennes comprises entre 800 et 1000 mm/an.

4.2.2 - Description de la source de la Chaldette

La source de La CHALDETTE (ou de la "CHAUDETTE", 1801, Annuaire du département de la Lozère, an X), située sur la commune de Brion à 3 km au NW du bourg, près de Chauchailles (feuille de Nasbinals), se trouve à 9 km au SE de CHAUDES-AIGUES.

Elle est encore appelée ***source "Les GRANITS"***.

Son une identification BSS est :

837.2X.201, (feuille de Nasbinals)

et ses coordonnées : X = 656,07 Y = 3274,97 Z # 1010 m.

L'utilisation de cette source remonte à des temps immémoriaux. **Dans le plus ancien document écrit par M. CARRERE J.B.F. en 1785, il l'appelle aussi la CHAUDETTE.** Elle est alors largement utilisée par les habitants du voisinage, servant à laver les plaies des animaux blessés, et à soulager les humains de leurs fatigues et de leurs maladies chroniques. ROUSSEL en 1800, indique que les gens venaient s'y "entasser" pour prendre l'eau "merveilleuse", surtout en boissons, et les guérisons obtenues faisaient la renommée de cette source "de bouche à oreille".

Page 52 de l'Annuaire de la Lozère, an X : "On voit aussi près du village de Brion une autre source à peu près de la même nature (que Bagnols) appelée la Chaudette, mais il n'y a ni bassin, ni établissement public. Elle ne sert qu'aux habitants du voisinage".

L'ouverture de cette source à un plus grand nombre de patients à partir de 1801 est consécutive à la guérison du juge de paix du canton : M. VIALLARD, et à celle du Docteur de la CHASSAGNE, médecin lozérien en 1809.

La source est alors aménagée (tuyau de plomb), on ouvre des voies d'accès, et les formalités administratives sont engagées avec la Municipalité de Brion qui, en août 1827, décide de céder au Département les eaux thermales et la surface de terrain nécessaire pour y construire un bâtiment d'exploitation. Le 20 septembre 1828 la décision est prise de construire le premier établissement thermal, avec l'intérêt qu'y porte M. de VALDENUIT, Préfet de la Lozère.

L'établissement thermal fut réalisé à cette époque, le Docteur BOISSONNADE, attaché à l'établissement comme médecin inspecteur. La source thermale fait l'objet vers 1830 d'un captage qui n'a pas été modifié depuis. **Un établissement thermal hôtelier lui fut adjoint en 1833, qui était ensuite agrandi en 1855,** et complété en 1857-1858 par la construction des bassins de réception. Les malades y affluaient toujours plus nombreux. Selon le Docteur GUERARD, "On pouvait compter en 1856 : 500 visiteurs payants, 150 gratuits, qui laissèrent dans le pays 18 000 francs en or".

En 1858 on note la mise en place de conduites en acier et l'aménagement d'une galerie sous la route D12 de Fournels à Nasbinals, avec un puits de 6 m de profondeur (?) dont l'eau est déclarée "potable". On réalise ensuite l'aménagement de bassins, d'une buvette publique, d'un lavoir communal, d'une buvette intérieure et de thermes avec baignoires, douches et inhalations. Le bassin de réception présente une capacité de 30 m^3, il est en granite, enduit de ciment.

Les premières études médicales furent publiées en 1834, avec les travaux de CHEVALLIER L., qui donne la première analyse chimique -quantitative- de l'eau, **puis en 1865 par les Docteurs ROUSSEL P. et ROCHETTE** (Médecin à St-Flour). "L'eau de la Chaldette est à la température de 27° Réaumur, elle jaillit verticalement d'une fissure profonde de granit dirigée du NE au SW; de plus il observe qu'après de fortes chaleurs de même qu'après de longues périodes de pluies, le volume en est toujours le même, ce qui, dit-il, démontre que cette eau ne reçoit aucun mélange d'eau étrangère dans son parcours".

La fissure d'émergence a été recouverte d'un bloc de maçonnerie d'où sort un tuyau en plomb constituant le griffon proprement dit. Ce griffon est protégé par une galerie voûtée de 4 m de longueur environ, 1 m de largeur, et 1,60 m de hauteur. Il est à noter qu'à la suite de la construction d'un abreuvoir et, semble-t-il, par des empiétements successifs correspondant à des commodités de voirie, la route de grande communication n°12 joignant Fournels à Nasbinals passe au-dessus de la galerie voûtée du captage.

Il était donc indiqué des menaces de pollution avec pour origine des infiltrations venant de la route ou de l'abreuvoir, et consécutives aux vibrations provoquées par le trafic. Cependant, la source ne fait l'objet d'aucun pompage; et à défaut de périmètre de protection, la meilleure garantie contre les pollutions est procurée par la pression de jaillissement, qui n'est d'ailleurs pas exactement connue.

Ce remarquable travail fut présenté l'année suivante par **M. BERGERON à l'Académie impériale de Médecine au cours de sa séance du 16 janvier 1866 (voir Bulletin)** comme étant la première étude médicale faite sur la Chaldette. Les indications regroupaient le traitement des maladies d'estomac, des voies respiratoires, de lymphatisme, des affections goutteuses, les névroses, les dermatoses, ainsi que les rhumatismes articulaires.

Dans la "Statistique des Sources Minérales de France" établie sous les auspices du Ministère des Travaux Publics en 1833, les eaux de la Chaldette ont été classées parmi **les bicarbonatées sodiques,** calciques (!!), **d'une température de 35°C, d'un débit inconnu.** Elles possèdent une certaine analogie avec les eaux de Bagnols-les-Bains

MAURIN J., en 1886 indique pour la Fontaine Chaude une température de 33°C et un résidu sec de 586 mg/l. Il attribue l'action bienfaisante et l'intérêt thérapeutique des eaux minérales à la présence de substances dissoutes dans leur composition : "Le traitement par les eaux minérales est l'un des plus efficaces que l'on puisse employer contre certaines maladies très rebelles. De la salubrité des eaux de sources dépendent les actions bienfaisantes sur l'organisme".

L'étude la plus complète sur l'eau de la CHALDETTE demeure sans conteste possible celle de LAUBY A. et GARRIGOU F. en 1910, dans leur volume imprimé à Mende : "La source thermo-minérale et la station de La CHALDETTE (Lozère)", où figure un recueil des propriétés médicales de l'eau. Dans leur préface, les auteurs font remarquer : "Les recherches faites jusqu'à ce jour sur l'eau de La CHALDETTE ne permettent pas une connaissance complète de cette source thermo-minérale".

Bien que non spécialistes, ils poursuivent par une description détaillée du contexte géologique dont nous reproduisons des extraits :

"Les ondulations des granites porphyroïdes vont rejoindre les contreforts cristallins de la Margeride, qui s'abaissent brusquement vers l'Ouest par une série de failles importantes,

apparente au niveau des bassin tertiaires du Malzieu, de St-Alban, de Javols. ..., ces granites sont en contact avec les entablements basaltiques du Puy de Maillebiau., .. alors que les alluvions glaciaires encombrent le thalweg de la vallée du Bès. Toute cette région est fracturée par de nombreux filons qui jouent un rôle important dans la venue des sources. Ce sont d'une part, des filons de porphyroïdes, antérieurs au Houiller, orientés NW-SE qui jalonnent les fractures anciennes; d'autre part des filons de quartz en général de direction perpendiculaire aux précédents; et surtout un important système de filons de microgranulite qui drainent les sources de la zone de la Chaldette.

Le filon de microgranulite qui intéresse particulièrement la source de la Chaldette s'observe entre cette station et Reyrac un peu à l'Ouest du point 1083, il se poursuit au N-NE, franchit le Bès, se dirige sur les Saillans, est recoupé par le sentier qui va des Fourches à Farreyrolles, puis, par la route de Chaudes-Aigues pour se terminer au massif granulitique. Dans la direction S-SO, ce filon est mis à nu par les divers chemins qui, de la route de la Chaldette à Grand Val aboutissent à Reyrac. Il franchit le ruisseau d'Ussels, laisse à l'est la Valentine, passe près de la Blanchère, pour se terminer à l'Ouest des bois du Carroc.

Un deuxième filon de microgranulite est parallèle au précédent et lui sert de contrefort, il est très visible un peu à l'Ouest de Reyrac au Nord du sentier qui conduit à la Chaldette. Dans la direction N-NO il se poursuit parallèlement au premier, à l'Est du point 1083 m, franchit le Bès, passe à l'Est des Sailhans pour se terminer en massif granulitique. Dans la direction S-SO, il semble se perdre sous la colline cotée 1067 m.

D'autre filons de microgranulite de même orientation que les précédents s'observent l'un entre la Chaldette et St-Rémy, les autres dans la région de Brion.

.. En résumé, la source de la CHALDETTE sourd à la faveur de la fracture constituée par le filon de microgranulite, paroi imperméable que l'eau suit pour arriver au jour par les fentes ou diaclases du granite en place. ..., par conséquent, cette source .. est une source filonienne comme celles de Gélernovodsk, de Teplitz, de Carlsbad, etc. ...

Ils indiquent la présence de gaz avec 0,77% d'Hélium, et des traces de Néon,
1,31% d'Argon avec traces de Krypton et de Xenon,
de gaz spontanés avec 1,98 mg/min par 10 l d'eau,
et de radioactivité avec 12,8 mg/min par 10 l d'eau."

Sur délibération du Conseil Général, le 31 août 1861 l'établissement de la CHALDETTE qui comptait entre 400 et 500 baigneurs, **était vendu à un particulier** : le Comte VAN DUERNE de DAMAS, qui en prend possession sous le nom de sa fille en 1866. Dès lors son importance semble s'être accrue de façon notable car la "*Gazette des Eaux*" de 1867 signale le séjour de 653 baigneurs répartis en 223 guérisons, 377 améliorations et 43 insuccès.

L'établissement qui comptait alors plus de 60 chambres, restaurant, tennis, fut revendu par M. de DAMAS à M. et Mme BLANC en 1900. **Bien qu'exploitée depuis plus d'un siècle dans un établissement thermal, la source ne bénéficiait d'aucune autorisation d'exploitation. Cette situation perdura jusqu'en 1936, date à laquelle l'autorisation d'exploiter a été accordée.** Dans le dossier de demande d'autorisation de l'époque, figurent les plans de la source, et de l'établissement thermal, qui comportait alors 6 cabines de bains au rez-de-chaussée, une salle de humage ainsi qu'une salle de nébulisation au premier étage du bâtiment. La gestion rencontra des difficultés dans les années 1900, et la guerre de 1914 entraînera un arrêt presque total de l'exploitation qui reprit tant bien que mal en 1943.

Les deux filles de la famille BLANC continuèrent l'exploitation de la source, avec bains et massages jusqu'en 1968, mais à la fin sur un plan essentiellement hôtelier (46 chambres) et touristique, et non thermal. La saison allait du 1er juin à fin septembre, la clientèle recherchait surtout le calme et le repos, sans oublier aussi les bons effets des eaux. Une demande de régularisation était toutefois présentée par Mme Vve J. BLANC, propriétaire de la source en date du 26 février 1958, puis complété à différentes dates jusqu'en 1961. Après le décès de Mme BLANC les héritiers BLANC-MONCADE étaient propriétaires de cette source qui n'avait plus été utilisée pendant plus de 20 ans.

La cure durait de 3 semaines à 1 mois, et il n'y avait pas de médecin attaché à l'Etablissement (non agréé par la Sécurité Sociale durant sa dernière période de fonctionnement). Le total des curistes pour l'année 1966 se montait à 48, et le nombre d'opérations thermales effectuées pendant la même période avait été de 215. Il faut rajouter que les analyses qui continuaient à être effectuées par l'Institut Bouisson-Bertrand se sont toujours révélés particulièrement excellentes : eau très pure du point de vue bactériologique. En 1969, elles décidèrent de fermer leur Etablissement au Public, et de n'utiliser les locaux que pour leurs vacances. Il était recommandé en 1961 que des travaux soient réalisés sur les caniveaux pour éviter que les eaux superficielles (abreuvoir et pâturages) ne s'infiltrent au droit du captage.

En date du 1er février 1968, le Rapport de l'Ingénieur Subdivisionnaire, donne des indications et des analyses supplémentaires en vue de la demande de régularisation des propriétaires héritiers de Mme Vve BLANC. La mesure du **débit était de 26,6 l/min** (soit 1,6 m^3/h) au lieu de 33,3 l/min (2 m^3/h) mesurés en 1932. **La température de l'eau était de 32,5°C, et la résistivité de 1321 ohms.cm.** C'est une eau bicarbonatée sodique faiblement minéralisée avec une minéralisation de l'ordre de 700 mg/l.

A titre indicatif, entre le 28.10.32 et le 31.08.67, les 11 mesures effectuées indiquent un maximum de 1507, un minimum de 1270 et une moyenne de 1338 ohms.cm. **Sur le plan bactériologique, il est remarquable de constater que cette source n'a jamais été contaminée.**

En conclusion, il est proposé de donner une suite favorable à la demande d'autorisation d'exploiter cette source, .. à condition que les aménagements demandés des abords de l'abreuvoir municipal soient réalisés : réfection du caniveau et/ou déplacement de l'abreuvoir.

L'autorisation d'exploiter la source donnée par arrêté du 30 octobre 1936 fût retirée en date du 7 avril 1970, à la suite d'une décision du propriétaire de l'ensemble thermal de ne pas régulariser la situation de la source selon la réglementation en vigueur (Décret n°57-404 du 28 mars 1957). D'ailleurs, l'autorisation se trouvait échue du fait de la règle trentenaire.

En avril 1972, il était demandé à la DDASS un avis sur les possibilités de mise en valeur de la source Thermale de La CHALDETTE. La régularisation en instance de puis 1961 imposait des travaux d'aménagement et de salubrité nécessaires qui n'ont jamais été exécutés.

En 1977 le Préfet de la LOZERE est à l'origine d'un essai de relance de la station.

Le Docteur SEURAT, en date du 8 juillet 1977, favorable à la rénovation et à la reprise de cette station, établit un rapport très complet sur l'historique et sur les caractéristiques de la source de La CHALDETTE à la demande de M. le Préfet de la Lozère : "La source hydrominérale et l'Etablissement Thermal de la CHALDETTE". Il y indique comme caractéristique essentielle du

débit son intermittence, "en raison de poches de gaz", qui se produit environ toutes les 7 heures. Sa durée varie de 3/4 d'heure à 1h30, et une arrivée de gaz assez importante précède le retour au régime normal. **Le débit en période régulière est d'environ 33 l/min (soit de 2 m^3/h). La température de la source est de 32,6°C.** D'autre part cette source est très radioactive, comme celles de Plombières et de Bagnères-de-Luchon, c'est à dire qu'elle se place parmi les plus radioactives qu'on connaisse dans notre pays. Et le Docteur SEURAT de rajouter : "Il semble bien que près de 70 ans après, nos connaissances sur cette source n'aient guère progressés".

L'action sédative de cette eau sur les muqueuses est cependant depuis longtemps constatée et reconnue (dans les métrites chroniques, les affections du pharynx et des voies respiratoires, coryza et bronchites chroniques). Elle est utilisée en boisson, gargarisme, pulvérisation et inhalation. A ses effets sur les muqueuses s'ajoutent ceux qu'elle produit sur la peau, et certaines dermatoses sont guéries ou améliorées sous l'action des bains et des douches. De plus des effets sont notés sur certaines maladies du système nerveux, et la guérison de névroses a pu être constatée par l'usage de cette eau essentiellement calmante.

Bien que mal connue, l'action interne de cette eau se traduit par une excitation fonctionnelle avec augmentation de l'appétit et de la diurèse, et même, dans certains cas, des débâcles intestinales, "les eaux agissent alors comme moyen souvent salutaire, de lavage de l'économie". Enfin, le traitement de La Chaldette produit une sudation favorable. Les eaux sont employées sous forme de boissons, de bains, irrigations et gargarismes. "En résumé, il est vraisemblable que l'on ne connaît qu'une partie des effets thérapeutiques des eaux de La CHALDETTE". Le Dr SEURAT préconise donc en 1977 d'entreprendre une thèse de Doctorat en Médecine sur ce sujet encore insuffisamment étudié.

Le Professeur GUERRIER spécialiste O.R.L. avait étudié les vertus thérapeutiques de l'eau de La CHALDETTE en 1977 : "L'eau est particulièrement adaptée au traitement des muqueuses pharyngées et respiratoires, elle a des incidences sur les troubles digestifs. Sa radioactivité est presque aussi forte que celle des eaux des Plombières dans les Vosges ou celle de Bagnères-de-Luchon. C'est en tous cas de ces sources qu'elle se rapproche le plus".

4.2.3 - Reconnaissances et exploitation actuelle par forage

Le Conseil Général de la Lozère décida en 1988 et avec la participation de la Région Languedoc-Roussillon de racheter l'établissement et le terrain, la Société d'Economie mixte de la Lozère (SELO) se présentant comme l'organisme pétitionnaire. **Des travaux de rénovation et de reconstruction ont donc été entrepris par la SELO à partir de 1993,** suivis d'une étape de recaptage par forage profond. Ils se poursuivent actuellement *(Photo 1)*.

La protection sanitaire de l'ancien captage s'avérant trop difficile à réaliser, notamment à cause de la proximité d'un abreuvoir municipal, il fut décidé dans le projet de réactivation de recapter la source par forage à l'emplacement de l'ancienne source. **Trois forages de reconnaissance furent réalisés "en incliné" par la société FOROC dans la cour de l'établissement au début de 1989 sous le contrôle du BRGM et de la DRIRE.**

L'étude géologique et structurale préliminaire avait permis de détecter les failles productrices et le filon hydrothermal, en utilisant conjointement la méthode électromagnétique V.L.F. et la prospection émanométrique du radon.

Le forage d'exploitation à ce jour exploité, encore appelé "Les GRANITS", est **profond de 64,85 m. Il a permis de recapter les eaux chaudes en profondeur, à la température de 35,3°C, et donc de gagner 3°C en température et 50% en débit.** Les buts étaient d'accroître le débit d'exploitation de la source et d'assurer de meilleures conditions de pérennité et de protection.

Ce forage est répertorié sous le n° **BSS 837.2X.204**, et a pour coordonnées géographiques :

X = 656,03 Y = 3274,96 Z # 1005 m.

Il dérive l'eau thermale depuis la profondeur, est isolé en tête par des cimentations pour éviter les possibilités de mélanges avec les eaux de surface (voir coupe technique). Le forage a été réalisé au carottier de 51 à 64,85 m, et il a été laissé entre ces côtes en trou nu.

Les couches suivantes ont été rencontrées :

- de 0 à 3,5 m	arène propre devenant argileuse vers le bas
- de 3,5 à 7,5 m	granites clairs
- de 7,5 à 10,9 m	arènes argileuses noires à rouilles
- de 10,9 à 64,85 m	succession de granites sains et arénisés
- de 54 à 59 m	**fissure productive du filon hydrothermal**

Une coupe détaillée précise les conditions de recaptage de la source, sous l'ancien captage par galerie et sous l'établissement thermal. Il est artésien et constitue le nouveau griffon de la source.

Le forage incliné (figure 4) comprend :

- un avant-puits de 2 m de profondeur sur 2x2 m, tubé en acier en Ø 200 mm, totalement cimenté à l'extrados,

- un tubage d'isolation de l'aquifère supérieur jusqu'à 21,5 m en acier en Ø 134x143 mm, les espaces annulaires étant entièrement cimentés,

- une colonne de production en PVC alimentaire, manchonnée et filetée, en Ø 100x110 mm jusqu'à la côte -20 m (pour permettre la mise en oeuvre d'une pompe électrique immergée), et en Ø 75x90 mm de la côte de -20 à -51 m,

- une partie en trou nu de -51 à - 64,85 m.

Un périmètre sanitaire d'émergence a été défini, d'un rayon de 2 m centré sur le captage. Il devrait être matérialisé par un aménagement maçonné où toute activité serait interdite : "tous actes ou travaux de nature à compromettre la pureté de l'eau, notamment tout apport d'engrais organiques, d'origine humaine ou animale, tout épandage d'eaux usées, tout dépôt d'ordures, ainsi que tout pâturage". Les griffons de l'ancienne source des Granits devaient être obturés par injection d'un laitier de ciment colmatant compatible avec l'eau minérale.

Le débit d'exploitation du forage "Les GRANITS" est de 2,5 m^3/h (ou 60 m^3/j), caractérisé par un flux constant accompagné d'un léger dégagement gazeux.

Ce forage est abrité dans une maçonnerie le mettant hors d'eau. Il est équipé en appareils de mesures du débit, de la pression et de la conductivité de l'eau enregistrés en continu.

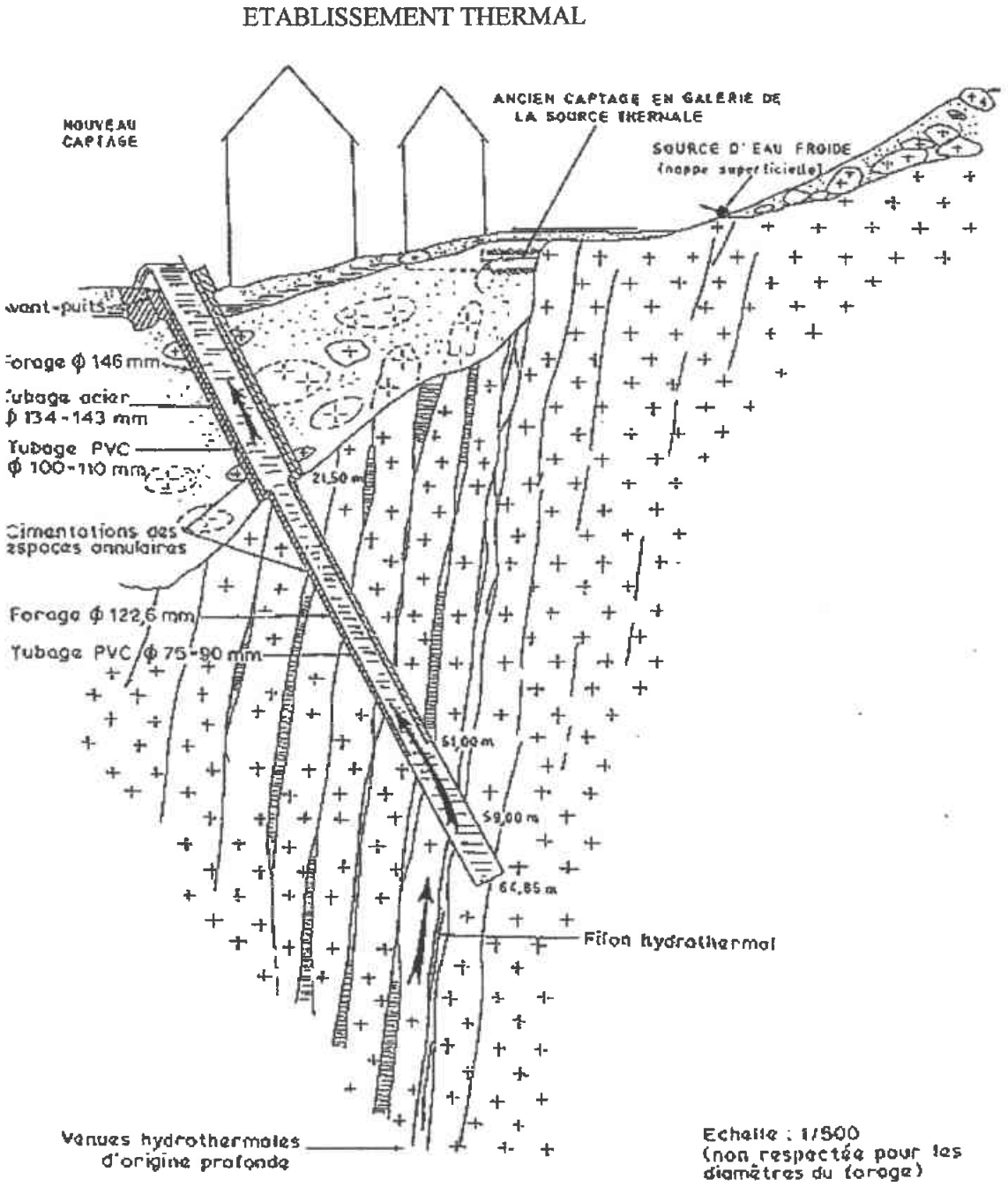


Figure 4 - Coupe géologique et coupe technique du forage de la CHALDETTE

L'eau après pompage est transportée vers l'établissement thermal sur une distance de 132 m environ par l'intermédiaire d'une canalisation en polyéthylène haute densité de qualité alimentaire de type DN32. Le ruisseau est franchi en aérien sous fourreau calorifugé, et dirigée vers une fontaine et un bassin de stockage de 60 m^3, sous 3 bars.

L'Arrêté Ministériel accordant l'Autorisation d'exploiter est daté du 27 mars 1995 : exploitation à l'émergence et exploitation après transport à distance par canalisation. Les caractéristiques physico-chimiques de cette eau ne doivent pas s'écarter de plus de 10% des indications de l'analyse de référence.

4.2.4 - Qualité physico-chimique des eaux

Les analyses de référence datent du 22 février et du 2 août 1993.

L'eau de la CHALDETTE est une des rares sources minérales et thermales de la Lozère qui émerge au sein des granites porphyroïdes qui affleurent dans le hameau et en bordure du Bès. Ces granites comprennent des filons de microgranite non affleurants orientés à N160, de pegmatite et d'aplite à tourmaline et muscovite, et des filons de quartz à N20 qui semblent guider les écoulements. Cet ensemble filonien est le même que celui des émergences de CHAUDES-AIGUES dans le Cantal.

La fracturation du granite a pour directions principales N0, N160 et N30 pour les fractures subméridiennes, et d'autre part N60, N110 et N140. La plupart des diaclases sont subverticales, ou pentées de 60 à 80° vers l'Ouest. **La source des GRANITS** est à l'intersection de plusieurs fractures qui constituent un accident tectonique majeur orienté à N130°, passant par Chaudes-Aigues distante de 9 kilomètres. L'ascension de l'eau thermale profonde s'effectue au travers des filons de microgranulites. On observe une terrasse fluvio-glaciaire en rive droite du Bès qui masque les affleurements de granite, et des dykes de basalte au confluent avec le ruisseau de Brion.

A l'origine, on avait une galerie de 3 m de long d'où émergeait l'eau chaude **à la température de 32,5°C.** C'est **une eau bicarbonatée sodique, (sulfurée ?) faiblement minéralisée (550 à 700 mg/l) et à faible débit : 30 l/min,** parfois indiquée comme **sulfureuse et alcaline, ou radioactive.** Elle présente quelques analogies avec celle de Bagnols, cependant la température est moins élevée ici d'environ 10°C.

Les analyses d'eau citées dans les synthèses de 1860 de DURAND-FARDEL M., et de JACQUOT E. et WILMM M. faites par le Docteur BOISSONNADE et par CHEVALLIER L. montraient qu'elles contenaient :

> "du carbonate, du chlorure et du sulfate de soude, des carbonates de chaux et de magnésie, et des traces de matière bitumineuse",
> "des bicarbonates mixtes, avec du chlorure et du sulfate de sodium".

	mg/l	mg/l
Acide carbonique total	290	Bicarbonates
Carbonate de sodium	410,6	581
Carbonate de calcium	375	54
Carbonate de magnésium	traces	
Carbonate de fer	traces	
Chlorure de sodium	16	
Sulfate de potassium	185	
Sulfate de sodium	31	
Silice	50	
	535,7	
Poids du résidu fixe	**586**	

Tableau 3 - Analyse des eaux de la CHALDETTE en 1861 (Ecole des Mines)

D'autres analyses effectuées entre 1885 et 1966 sont rappelées et récapitulées (en mg/l) ci-après :

	Annales des Mines 1885	**JACQUOT et WILLM 1901 (Ec. des Mines)**	**Annales des Mines 1961**	**IBB moyennes de 1958 à 1966**
Ca^{++}	14,3	14,34	10,0	28,5
Mg^{++}	-	-	2	-
Na^{+}	185,5	153,38	207,1	-
K^{+}	8,2	8,51	-	-
CO_3H^{-}	-	468,17	536,5	-
Cl^{-}	9,6	9,92	20,1	21,1
SO_4^{--}	12,0	12,02	27,3	-
TAC	401,9	-	-	84
SiO_2^{-}	-	50	61,2	-
Résistivité				1347 ohms.cm

Tableau 4 - Analyse des eaux de la CHALDETTE entre 1885 et 1966

Avec des valeurs de résistivité comprises entre 1300 et 1350 ohms.cm, le résidu sec est de l'ordre de 530 à 610 mg/l, surtout marqué par la prédominance des bicarbonates, du sodium et de la silice. Il était mentionné dès 1987 l'opportunité de réaliser des sondages de reconnaissance visant notamment à accroître la productivité par pompage (et la température de l'eau extraite) dans le cadre d'une reprise de l'exploitation du gisement thermal.

Les résultats des analyses d'eau du 18 septembre 1959, du 18 octobre 1991 et du 27 avril 1995 réalisées par l'Institut Bouisson-Bertrand indiquent **une température de l'eau constante de 35,3°C, le pH de 7,62, la conductivité de l'eau de 761 µS/cm, et sa minéralisation de 545 à 610 mg/l.** Elle présente une légère odeur sulfureuse, et elle est riche en glavrines et en silice (11% de l'extrait sec). L'analyse de 1959 indique que les taux de CO_2 total et de CO_2 libre sont sujets à des variations très brusques (émissions de gaz, avec H_2S) déjà signalées par GARRIGOU F. en 1910.

C'est **une eau bactériologiquement saine, de type bicarbonaté sodique** (203 mg/l en Na), peu chlorurée, peu sulfatée et peu calcique. On observe des taux notables en arsenic (39 µg/l), en fluorures (6 mg/l) et en manganèse. Elle ne contient pas de nitrates. Par rapport aux analyses de 1935, la minéralisation globale est quasiment identique. On décèle seulement une baisse de 34% des sulfates et de 27% des chlorures dans l'eau du nouveau forage.

Elle est d'autre part radioactive (Radon 22, et Radium 226 et potassium 40) mais à des niveaux ne posant pas de problèmes sur le plan sanitaire et sur l'ensemble des utilisations en usages externes ou internes (analyse radioactinologique du 15 avril 1991).

4.2.5 - Indications thérapeutiques de l'eau de la Chaldette

La composition de l'eau montre sa particularité, et justifie son utilisation thérapeutique, couplée à sa thermalité. Les principales indications sont les affections des voies respiratoires ou d'O.R.L. (pharyngites, laryngites, amygdalites, bronchites chroniques, rhinites allergiques, sinusites, otites séromuqueuses, etc..), en pathologies chroniques ou récidivistes d'origine inflammatoire sur un terrain allergique, avec notamment une action sédative sur la muqueuse enflammée (muqueuse du carrefour aéro-digestif).

En tant que source bicarbonatée, elle est aussi préconisée pour le traitement des maladies de l'appareil digestif et pour les maladies métaboliques, pour les indications en gastro-entérologie (gastrites et ulcères), pour les actions digestives et décongestives : oesophagites, colites, reflux gastro-duodénal, dyspepsies acides, spasmophilie à forme dysphagique.

S'y ajoutent les bienfaits du climat et de l'environnement, favorables pour les patients allergiques.

En complément de la cure thermale, un programme d'éducation diététique et une rééducation digestive couplés à une activité sportive modérée (randonnées pédestres) sont contributives au résultat final, en particulier pour les colopathies et les dyspepsies.

Les techniques de cure sont : la cure de boisson, la douche pharyngienne, le gargarisme, le bain ou l'irrigation nasale, l'humage et les nébulisations, les aérosols, les bains et irrigations nasales, les pulvérisations pharyngées, les douches locales, gargarismes, les bains en baignoires ou en piscine (de 7 m^3), les divers types de douches générales ou au jet, les massages sous l'eau. Une unité complémentaire de "remise en forme" indépendante de la zone de cure, mais dans les mêmes bâtiments permet de compléter judicieusement l'activité des curistes et de leurs accompagnants.

La station de la CHALDETTE est réouverte depuis le 1er avril 1994. Les périodes d'ouverture vont du 15 février au 30 novembre, l'espace de remise en forme est ouvert toute l'année.

La capacité totale de la station est de 146 personnes par matinée, dont 96 pour le service O.R.L. avec 28 postes équipés, et 50 pour le service digestif.

Principales références :

ALDEBERT P., 1994 : Etude clinique d'une cure thermale à la Chaldette dans les pathologies ORL récidivantes ou chroniques de l'adulte. Dossier d'agrément.

BERARD P., 1987 : Les sources thermales et minérales non utilisées en Lozère : La Chaldette, Jenny et Diva. Rapport BRGM 86 LRO 704 PR du 29 décembre 1987.

BOURET J., 1852 : Dictionnaire géographique de la Lozère (*AD A1, 2O 356*).

CARRERE J.B.F., 1785 : Catalogue raisonné des ouvrages qui ont été publiés sur les eaux minérales en général, et sur celles de la France en particulier. p. 489.

DESGREZ P., 1994 : Sur la demande d'autorisation d'exploiter comme eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau du captage Les Granits situé à La Chaldette, commune de Brion (Lozère). *Bull. Acad. Natle méd., 1994, 178, n°3, 519-532, séance du 22 mars 1994.*

DURAND-FARDEL M. et al., 1860 : Dictionnaire général des Eaux Minérales et d'Hydrologie médicale comprenant la géographie et les stations thermales, la pathologie thérapeutique, la chimie analytique, l'histoire naturelle, l'aménagement des sources, l'administration thermale, etc. Ed. Baillère et fils, Paris.

JACQUOT E., WILMM M., 1860 : Les Eaux Minérales de la France.

LAUBY A., GARRIGOU F., 1910 : La source thermo-minérale et la station de La CHALDETTE (Lozère) (Monogr. scientifique de la source Thermo-minérale de La Chaldette). Imprimé à Mende.

MAURIN J., 1886 : Essai sur les eaux de la Lozère. 48 p.

MIQUEL-TABOADA R., 1989 : La CHALDETTE : étude rétrospective et perspectives d'avenir. Mémoire de la Faculté de Médecine. Hydrologie et climatologie médicale. Montpellier 1.

Notice de la carte géologique de NASBINALS à 1/50 000°, édition de 1994

POPOFF G., 1994 : Rapport de la Direction des Laboratoires et des contrôles de l'Agence du médicament (Unité "Hydrologie et Thermalisme"). in *Bull. Acad. Natle méd., 1994, 178, n°3, 519-532, séance du 22 mars 1994.*

Docteur ROUSSEL, 1865 : Etudes médicales sur les eaux thermales de la Chaldette (Lozère).

ROUSSET C., 1970 : Détermination géomorphologique et climatique de l'évolution des calottes glaciaires quaternaires dans les monts d'Aubrac (Massif Central, France). C.R. Acad. Sc., Paris, série D, t.270, pp. 464-467.

ROUX J., 1962 : Séquelles d'activité du volcanisme en Auvergne. C.R. Somm. S.G.F., Séance du 5 février 1962, fasc. 2, p.38.

ROUX J., SENAUD G., 1978 : Le levé aéromagnétique Massif Central 1975 : étude de quelques anomalies caractéristiques liées au volcanisme et au socle. Thèse 3° cycle, Clermont-Ferrand, 208 p.

Docteur SEURAT G., 1977 : La source hydrominérale et l'Etablissement Thermal de la Chaldette. Rapport établi à la demande de M. le Préfet de la Lozère en date du 8 juillet 1977.

4.3 - LES EAUX EMBOUTEILLEES DE QUEZAC

La source DIVA - Commune de QUEZAC

La source DIVA à QUEZAC était exploitée pour les besoins locaux en eau minérale et pour l'embouteillage, à la fin du siècle dernier et au début de ce siècle. Elle fait l'objet depuis 1995 d'une commercialisation importante. L'exploitation s'effectue désormais par un forage dont la profondeur est de 104 m, localisé à 100 m à l'ouest de l'ancien "puits" qui jouxte le Tarn en rive gauche, à 150 m en aval du Pont de Quézac. L'usine d'embouteillage a été implantée au hameau de Molines, sur la commune voisine d'Ispagnac, en rive droite du Tarn.

Entre Florac à 8 km au SE et Sainte-Enimie à 9 km à l'ouest, la source DIVA est située à l'entrée des Gorges du Tarn, en bordure du Tarn à 500 m au NE du hameau de QUEZAC. **L'ancien "puits" était aménagé au droit d'un affleurement de calcaires dolomitiques du Lias inférieur (Hettangien),** recouvert et masqué à l'origine par les alluvions du Tarn à sables, graviers et galets.

La superstructure bétonnée du captage recouvrait en totalité les venues d'eaux minéralisées et carbo-gazeuses qui avaient été identifiées à l'époque sous les limons de la terrasse alluviale. Le confinement total des griffons au toit des calcaires liasiques recouverts par les alluvions récentes du Tarn permettait de contenir les émanations de gaz carbonique. Des robinets étaient aménagés pour prendre l'eau en bonbonnes et en bouteilles. Il s'agit d'une eau gazeuse, riche en sodium, sa température était de 13°C.

Répertoriée sous le **n° BSS 886.4X.37**, la **source DIVA** a pour coordonnées géographiques :

X = 694,63 Y = 3231,14 Z =# 500 m.

Connue depuis très longtemps, les plus anciennes archives sur cette source remontent à 1718.

Un captage probablement encore plus ancien que le premier a été retrouvé lors des prospections de terrain conduites entre 1990 et 1994, c'est un puits "carré" localisé juste en amont d'une pile du pont. En fait les crues fréquentes et très fortes du Tarn ont été à plusieurs époques responsables de la destruction partielle ou totale des ponts qui ont été successivement construits à cet endroit pour accéder à Quézac. La recherche de la roche calcaire pour les fondations du pont a pu permettre d'y découvrir les premières venues d'eaux carbo-gazeuses.

Dès 1858, le propriétaire du terrain d'alors, le Docteur COMMANDRE projetait de créer une société pour l'exploitation médicinale des eaux et l'établissement d'une station d'air et d'hydrothérapie. La première demande d'exploitation remonte à 1860, suivie de travaux d'aménagement du captage à l'intérieur d'une tour demi-souterraine associée à la maison du

gardien. Celle-ci fut emportée par une crue du Tarn en 1900 (et reconstruite selon les mêmes plans en 1996 - *Photos 2 et 3*).

L'Autorisation de l'Etat pour l'exploitation de la source DIVA avait été donnée le 25 décembre 1901, pour une durée de 30 ans. L'exploitation au titre de l'embouteillage et de la vente de l'eau minérale DIVA s'est poursuivie jusque vers 1920. Une demande de renouvellement devait être introduite en mai 1946.

Plusieurs tentatives de reprise de cette exploitation ont échoué ou ont été interrompues par les guerres de 1914-18 et de 1939-45.

Un procès-verbal du Service des Mines du 6 mai 1947, puis des observations et réfections entreprises vers 1956 précisent les conditions d'aménagement du captage.

Des études d'exploitation avaient été faites, puis abandonnées par les propriétaires vers 1948-1949, qui , ultérieurement, envisageaient la concession du droit d'exploitation à 4 personnes de Mende. Une analyse chimique a même été effectuée à la demande de M. LAGET de Mende en date du 25 septembre 1956, confiée à l'Institut Bouisson-Bertrand de Montpellier.

Les utilisations anciennes portaient donc exclusivement sur l'embouteillage avec :

- **une valeur médicinale :** " précieuse pour l'hygiène des personnes appelées à une vie sédentaire, et des femmes en particulier", confirmée par l'annexe établie par le Docteur HUGONNET G. (en 1962) avec, pour indications, les troubles dyspeptiques, les gastralgies, les pyrosis, les troubles gastro-hépathiques. La présence de silice serait favorable aux traitements et préventions des complications athéromateuses, des scléroses viscérales, de l'hypertension artérielle (infarctus, coronarites, angines de poitrine), des carences et anémies siliceuses. Plusieurs communications à l'Académie de Médecine de Montpellier précisent les indications médicales de la source DIVA.

- **une valeur comme eau de table :** "très gazeuse et très agréable, .., elle est à cet égard l'égale des eaux de SAINT-GALMIER et de CONDILLAC ..." (La Gazette des Eaux du 29 novembre 1860), ..., " l'eau de QUEZAC ne trouble pas le vin".

  On ne dispose pas des volumes, ni du nombre de cols vendus, non plus que des chiffres d'emplois associés à la commercialisation de cette eau dont l'étiquette est reproduite ci-après (figure 5).

Du point de vue géologique, l'eau de la source DIVA est issue des calcaires marneux et dolomies grises à jaunes fissurées du Lias inférieur présents sous les alluvions du Tarn. Le contact est proche avec les micaschistes qui représentent le substratum sous-jacent : unité 3 de la série cévenole.

PROPRIÉTÉS MÉDICINALES

Cette Eau, connue dans le plus beau vallon du département de la Lozère, à l'entrée des GORGES DU TARN, près du village d'Ispagnac et de celui de QUEZAC, qui lui donne son nom.

Sa situation auprès d'une ancienne voie romaine porte à croire qu'elle était connue des Romains.

P. Dangouy, dans son *Examen des vertus des Eaux minérales de Quezac* (Mende 1718), dit que l'Eau de Quezac contient un alcali fixe et la conseille contre les obstructions, les dispositions aux calculs, etc.

Cette Eau, qui ne le cède à aucune comme eau de table, tant par son goût agréable que par son action bienfaisante sur l'estomac, est souveraine pour la guérison des gastralgies, dyspepsies, du pica, du pyrosis, de la boulimie, et en général pour toutes les affections chroniques du tube digestif.

Elle est efficace dans les engorgements du foie, de la rate (surtout lorsque ces derniers sont la suite de fièvres intermittentes paludéennes), contre les calculs biliaires, les maladies utérines (*métrites, leucorrhées*), celles de la vessie (*calculs, cystites, catarrhes chroniques, etc.*), contre l'anémie, la chlorose, etc.

AUTORISATION DE L'ÉTAT

EAU MINÉRALE GAZEUSE NATURELLE

QUEZAC

GORGES du TARN

SOURCE DIVA

(Bicarbonatée, mixte, manganésienne, ferrugineuse.)

ANALYSE

Faite à l'École des Mines d'Alais et contrôlée par le Laboratoire de l'Académie de Médecine :

Pour un litre d'eau :

Acide carbonique libre ...	(3/4 du volume de l'eau)	1 litre 520
Bicarbonates de soude		0.458
Bicarbonates de potasse		0.090
Bicarbonates de chaux		0.893
Bicarbonates de magnésie		0.541
Bicarbonates de protoxyde de fer		0.020
Sulfate de soude		0.201
Chlorure de sodium		0.081
Silice		0.008
Extrait sec à 180°		1.700

Débit : 1000 litres à l'heure

CETTE EAU NE TROUBLE PAS LE VIN

Figure 5 - Source DIVA : étiquette d'origine

La minéralisation de cette eau aurait pour origine les formations du socle affectées dans ce secteur par des accident subméridiens qui se prolongent au travers des formations sédimentaires de couverture.

Avant 1900 le captage de la source DIVA était fermé, composé d'un bassin rectangulaire de 1,18 x 0,45 m et profond de 1 m. Le fond était entaillé dans les calcaires. Les premiers travaux de recherche et d'aménagement du captage avaient été entrepris par le Dr COMMANDRE, propriétaire de toutes les sources par l'acte du 13 septembre 1858, sur les conseils de M. BAUDINOT, Ingénieur des Mines. Ce dernier notait le 29 mai 1860 : " de nombreuses sources secondaires, et une indépendance du niveau de l'eau par rapport aux fluctuations du plan d'eau du Tarn, et aucun trouble lors des crues".

L'Ingénieur des Mines préconisait déjà l'exécution de sondages dans ce secteur, susceptibles d'être artésiens !!!

De 1898 à 1900, le fils COMMANDRE faisait exécuter d'importants travaux de captage, approuvés par M. LEPRINCE-RINGUET, Ingénieur des Mines qui notait dans son rapport du 8 août 1901 :

> " .. le débit actuel de 820 l/h est à peu près le double de celui de 1859 par captation d'un plus grand nombre de griffons, ..., l'eau présente une minéralisation plus grande".

En 1920, le débit était mesuré à 1 m^3/h, à 500 l/h en 1946 et entre 600 et 800 l/h en 1962.

Le P.V. du Service des Mines du 6 mai 1947 indiquait une dégradation de l'escalier intérieur à la tour et de la porte d'accès. Des travaux de réfection de la dalle bétonnée de couverture, des marches, de la porte d'entrée et du bassin ont été réalisés après 1956, en même temps que le branchement électrique permettait l'éclairage et l'installation d'une station de pompage automatique.

Reconnue comme **eau minérale bicarbonatée carbo-gazeuse, sulfatée sodique et calcique, fortement minéralisée, la température de la source DIVA est comprise entre 13 et 14°C.**

"C'est une source froide qui renferme 2/3 de son volume d'acide carbonique, trop fortement minéralisée pour venir uniquement des Causses".

Les analyses d'eau effectuées en 1859 et en 1899 sont comparées à celle du 25 septembre 1956. Elles montrent qu'entre ces différentes dates, la composition chimique de l'eau de la source DIVA, donnée en mg/l, est restée identique.

Laboratoires	Ac. de Médecine	Labo. d'essais d'ALES	Calcul d'après l'analyse du	Instit. Bouisson-Bertrand
Dates	**1859**	**12 déc. 1899**	**12.12.1899**	**25 sept. 1956**
Bicarbonate de sodium	650	488		
Bicarb. de potassium	90	90		
Bicarb. de calcium	840	893		
Bicarb. de magnésium	300	541		
Bicarbonate ferreux	18	20		
Sulfate de Na et de Ca	181	201		
Chlorure de Na, de Ca et de Mg	170	61		
Silice et silicates	60	88		
Acide carbonique libre	-	1420		
Extrait sec à 180° (minéralis. totale)	2309	1700		
Résidu sec à 110°			1700	1726
TH				60°F
Alcalinité totale				309
TAC				300
Matières organiques				1,1
NO_3^-				tr.
Ca^{++}			220,5	231
Mg^{++}			88,9	55,5
SiO_2, Al, Fe			88	34
SO_4^{--}			138	102
Cl^-			69	67
Na^+			336	234
K^+			35	47
Résistivité à 180° (ohms.cm)				438,6
pH				6,4

Tableau 5 - Analyse de la source DIVA à Quézac entre 1859 et 1956

Dans les perspectives d'utilisation, nous indiquions en décembre 1987 :

" Si la ressource connue et mobilisable est limitée à moins de 1 m^3/h, on peut toutefois souligner l'intérêt que présenterait l'exécution de sondages de reconnaissance traversant l'Hettangien dans sa totalité et poursuivis dans le substratum schisteux, pour une profondeur comprise entre 50 et 150 m".

Ce qui fut fait en 1990 avec l'exécution d'un sondage dans le cadre de la recherche d'eau potable pour la commune de QUEZAC, suivie d'un essai de pompage de longue durée et d'analyses spécifiques. Sous l'impulsion du Conseil Général de la Lozère, et avec la participation de la société VITTEL, la réalisation entre 1990 et 1994 de trois sondages profonds permettait l'identification et la caractérisation de la ressource minérale, et enfin **l'exploitation de l'un d'eux pour l'embouteillage (par le groupe Nestlé Source International) à un débit de l'ordre de la dizaine de m^3/h.**

La figure 6 représente la forme de la bouteille et l'étiquette qui l'entoure depuis la date de mise en exploitation du forage F2 et de l'usine de Molines (*photo 4*) en juin 1995.

Autres sources situées dans le même secteur :

A 200 m en amont du pont de QUEZAC, en rive droite, on peut noter une source karstique à eaux non minéralisées ni gazeuse qui émerge au travers d'une fissure du calcaire magnésien de l'Hettangien (aquifère inférieur) sous la rivière du Tarn. C'est **la source du BELDOU**, dont le débit est compris entre 3 et 10 m^3/h, source peu minéralisée à température constante de l'ordre de 11°C.

La source de MOLINES captée pour l'AEP d'Ispagnac, puis plus bas **la source de la Pisciculture**, et enfin **la source du Château de ROCHEBLAVE** toutes trois en rive droite du Tarn sont des eaux karstiques "banales" dont le débit peut dépasser plusieurs dizaines de litres/seconde. Elles sont issues des calcaires et des dolomies de l'aquifère supérieur du Jurassique moyen dont le mur est représenté par les marnes noires du Lias.

Références :

BALMELLE F., 1962 : Note sur les eaux minérales de Quézac "Source DIVA". (en annexe, note du Dr Hugonnet de Mende)

BERARD P., 1987 : Les sources thermales et minérales non utilisées en Lozère : La Chaldette, Jenny et Diva. Rapport BRGM 86 LRO 704 PR du 29 décembre 1987

HUGONNET G. (Dr), 1962 : Indication médicale et valeur thérapeutique de l'eau minérale de la Source DIVA

HUGONNET G. (Dr), 1962 : Note sur les eaux minérales de Quézac "Source DIVA"

Figure 6 - Eau minérale QUEZAC : bouteille et étiquette de juin 1995

4.4 - LA STATION THERMALE DE BAGNOLS-LES-BAINS

Les sources de BAGNOLS-les-BAINS

Cette station thermale est pendant longtemps restée la seule à être exploitée en Lozère après l'abandon et avant la réactivation (en 1994) de celle de La CHALDETTE. Elle est située à 16 km à l'est de Mende et au Nord du Mont Lozère, le bourg est traversé par le Lot. Le climat y est continental, avec une influence méditerranéenne, il est tonique et vivifiant. L'altitude de la station est à 910 m.

Dès la plus haute antiquité, il existait déjà, à BAGNOLS-les-BAINS, un centre d'hydrothérapie notoire. Les Romains, dont il reste la trace d'un mausolée à LANUEJOLS, commune voisine du secteur du Valdonnez, pouvaient y venir prendre des bains. Dans la station les plus anciens des captages font état de leur savoir-faire notamment en matière de cimentation dont sont constitués les parois et le fond des canalisations de la galerie ROMAINE.

"La source se compose de plusieurs filets qu'on a réunis dans un bassin octogone. Les eaux minérales et thermales suivent une grande conduite en pierres voûtées, et aboutissent à 3 salles. **La température de l'eau est de 36 °C, et le débit est de l'ordre de 113 l/min (6,8 m^3/h).** Ces eaux contiennent de l'acide sulfhydrique (H_2S) et présentent une odeur caractéristique d'oeufs durcis ou pourris. La couleur initiale de l'eau est opaline, puis devient transparente après refroidissement".

La fréquentation était de 900 curistes en 1850 et de 614 curistes en 1979. Cette station a complètement été rénovée à partir de 1976, sous la tutelle de la SELO (Société d'Equipement pour le développement touristique de la Lozère).

Il existait initialement quatre sources exploitées à 30, 38, 41 et 42 °C, à raison de 277 m^3/j, soit 11,5 m^3/h en moyenne.

Elles émergent des micaschistes au Nord du massif granitique du Mont-Lozère, et au Sud de celui de la Margeride, recouverts localement par la transgression des calcaires liasiques (Causse de Montbel).

Ces points d'émergences sont enregistrés en BSS sous les numéros : **863.5X.5, 6 et 7.**

Les coordonnées géographiques de l'un de ces points (voisins les uns des autres) sont les suivantes :

X = 705,74 Y = 3245,77 Z # 920 m.

Un puits a ensuite été réalisé à la profondeur de 17 m et pendant longtemps il a été le seul capté. Il a fait également l'objet d'aménagements visant au confinement de l'eau de façon à conserver le pouvoir bactéricide des composés du soufre.

Des travaux de forage profonds ont ultérieurement été entrepris à plusieurs reprises. La SELO possède les données et les informations sur les travaux récents, réalisés dans les 20 dernières années, notamment avec les différents rapports d'exécution des forages, les résultats des

diagraphies et des tests de pompage, ou des analyses d'eau. Elle possède également les statistiques sur les conditions d'exploitation actuelles et sur le nombre de curistes.

Les eaux de BAGNOLS-les-BAINS sont chaudes : T = 41,2°C, sulfurées sodiques et bicarbonatées, riches en fluor. La résistivité à 20°C est de 1150 ohms.cm.

Ces eaux sont **utilisées pour le traitement des rhumatismes** articulaires, arthroses et arthrites, périarthritites, tendinites, des séquelles de traumatismes : entorses, luxations, séquelles de fractures, des affections cardio-vasculaires, **des affections des voies respiratoires et O.R.L.**, et pour l'ostéoporose, l'otospongiose et les caries dentaires.

Autre source située dans le même secteur :

La source FROIDE de Bagnols-les-Bains

Cette source comprenant 7 émergences a fait l'objet d'un début de dossier préalable à un aménagement. Elle serait "diurétique". Elle est aussi indiquée comme étant oligométallique froide, et faiblement minéralisée (45 mg/l). Sa minéralisation et sa température (9,3°C) indiquent une origine peu profonde, son pH est acide (6,1).

Elle est issue des formations de schistes et micaschistes, dans une zone urbanisée.

Références :

Professeur ALIBERT, 1852 ? : Précis sur les eaux minérales (Paris)
1828, in doc. de 1926 Série E, tome 1, page XXXVI (*AD O210*).

BERARD P., BOURGEOIS M., 1982 : Etablissement thermal de Bagnols-les-Bains (Lozère). Compte-rendu du pompage d'essai d'octobre-novembre 1982. Rapport BRGM 82 LRO 470 PR.

BORELLI de SERRES, 1861 : Eaux thermales et sulfureuses de Bagnols-les-Bains. Paris.

BOURET J., 1852 : Dictionnaire géographique de la Lozère. Ed. de la Tour Gile. Arch. Dépt. 48.

BOURGEOIS M.., 1981 : Dispositions à prendre pour supprimer la pollution de l'eau thermominérale de Bagnols-les-Bains (Lozère). Rapport BRGM 81 SGN 007 AUV.

BOURGEOIS M., 1981 : Etablissement thermal de Bagnols-les-Bains. Compte-rendu de la visite du 27/02/1981. Note BRGM 81 AUV 002.

J. A. C. , 1828 : Essai sur les eaux thermales ... et en particulier sur celles de Bagnols. Paris et Mende.

DESPREZ N., 1962 : Recherches sur le gîte thermominéral de Bagnols-les-Bains. Rapport BRGM, DS 62 A16, 18 p., + 3 ann.

GAGNIERE, RISLER J.J., 1975 : Campagne de reconnaissance du gîte thermominéral de Bagnols-les-Bains. Décembre 75 - février 76. Rapport BRGM, 76 SGN 304 MCE.

RISLER J.J., 1976 : Sondages de reconnaissance des sources thermominérales de Bagnols-les-Bains. Rapport BRGM, 75 SGN 209 MCE.

RISLER J.J., 1977 : Compte-rendu des travaux de recaptage de la source d'eau minérale n°1 (dite à 41°C) de Bagnols-les-Bains. Rapport BRGM, 77 SGN 659 MCE.

XX, 1967 : Aménagement de la source fraîche (*AD 4W766*).

5 - Inventaire des ressources potentielles

5.1 - EN SECTEURS DE SOCLE CRISTALLIN DE L'AUBRAC ET DE LA MARGERIDE

5.1.1 - Les indices et ressources en eaux minérales et thermales de l'AUBRAC

Source de FOUON CHALDE - Commune de Brion

Les coordonnées géographiques de **la source de FOUON CHALDE** repérées au bord NW de la dépression sur la carte IGN à 1/25 000° de FOURNELS n° 2537 E sont les suivantes :

X = 658,56 **Y = 3272,57** **Z # 1128 m,**
appartenant à la feuille **n° 861.3X.**

Lors d'une visite avec M. PIGNOL Louis, Maire de BRION, **la source de FOUON CHALDE,** qui émerge au travers de blocs de granite présentait le 16.10.98 les caractéristiques suivantes :

T = 13,3°C **C = 91,5 µS/cm** **pH = 7,37** **Eh = 310 mV.**

C'est une eau très peu minéralisée à température nettement plus élevée que la moyenne locale, qui se situe à 10°C. **Son débit de l'ordre de 2,5 à 3 m³/h.** Elle émerge au milieu d'un pré avec en amont et latéralement des "rases" (côté Est) qui assurent un drainage des eaux superficielles (*Photo 5*). Le site est exceptionnel, représenté par une cuvette de 50 à 60 m de profondeur, parfaitement circulaire et d'un diamètre de 750 m. Ce serait un ancien lac glaciaire, mis en place au sein d'une "caldeira" ou d'un "maar" : dépression cratériforme circulaire résultant d'une explosion volcanique, phréatomagmatique. La source apparaît sur le bord NW de la dépression, en contrebas des premières maisons de Brion-Vieux, elle n'est pas captée.

A cet endroit affleurent des granites clairs porphyroïdes, et la carte géologique de NASBINALS indique toute une série de filons de microgranites "en échelons" orientés NNW-SSE, qu'on retrouve sur le site de La CHALDETTE. D'autres filons de quartz sont également repérés avec une orientation N150-160, N-S et N10, N30 et N60. Tous ces filons recoupent les granites et sont postérieurs à leur mise en place, **leur origine est hydrothermale.**

Du point de vue géomorphologique, on retiendra encore que postérieurement aux émissions volcaniques datées du Miocène supérieur au Pliocène (7,5 à 6 MA), l'érosion a déblayé plus de 200 à 250 m de paléoaltérites du granite. Il reste les témoins des coulées principales au dessus d'alluvions sous-basaltiques et des appareils volcaniques avec les basaltes retrouvés en inversion de relief sur la butte du Rocher du Cheylaret par exemple.

Les secteurs de socle granitique affleurant sont situés en limite est et NE des vastes recouvrements glaciaires : dépôts de moraines et fluvio-glaciaires (drift sheet) associés à la dernière glaciation du Wurm (quaternaire ancien). Le glacier quaternaire occupait une superficie

de 590 km² dont 190 km² sur la feuille de Nasbinals. C'est lui qui a déplacé et laissé épars les mégablocs de granite.

Sur la même commune de Brion-La Chaldette, à 2 km au SSE de Brion, on a le Puech de la FOUONT où il nous a été indiqué une source non repérée : **la FOUON d'as TCHEZAS** (la source des Ruines). Il existe encore à cet emplacement des ruines et des murs recouverts de sable.

Source des GOUTELLES - Commune de Chauchailles

La source des GOUTELLES à 1400 m au SSE du village de Chauchailles, également repérée sur la carte géologique de Nasbinals et indiquée comme eau minérale non exploitée, (et non captée ?) n'a pas été retrouvée. Sur la carte IGN, elle apparaît sous la Route Vieille qui conduit au hameau d'Ajalès, en rive droite du ruisseau qui porte son nom. Ses coordonnés géographiques qui seront à mieux préciser sur le terrain sont les suivantes :

X = 659,44 **Y = 3276,23** **Z # 1100 m.**
appartenant à la feuille **n° 837.3X.**

Cette source pourrait avoir des propriétés d'une eau minérale, ce qui ne nous a pas été confirmé avec les renseignements qui ont été demandés en Mairie. Comme indiqué sur la notice de la feuille géologique de Nasbinals (n° 837), elle serait associée à un filon de microgranite et à un accident orienté NW-SE.

Références :

ROUSSET C., 1970 : Détermination géomorphologique et climatique de l'évolution des calottes glaciaires quaternaires dans les monts d'Aubrac (Massif Central, France). C.R. Acad. Sc., Paris, série D, t.270, pp. 464-467.

Secteurs de MARCHASTEL et de NASBINALS

Lac de Saint-Andéol : Commune de Marchastel - 48260 Nasbinals
in CROZET R., 1995

" ..L'eau du lac de Saint-Andéol aurait aussi d'excellentes vertus. Peut-être faut-il voir dans les ex-voto découverts sur les rives du lac, les témoignages de reconnaissance des Rutènes et des Gabales qui, au temps de la guerre des gaules, ignoraient encore les pensions d'invalidité, mais connaissaient tout sur les vertus de nos eaux. "

Sources, mofettes et lacs de l'AUBRAC - Commune de MARCHASTEL

Lors de notre tournée dans ces secteurs, en essayant de recouper nos informations documentaires sur une mofette indiquée en 1962 par J. ROUX **sur la commune de MARCHASTEL,** des informations très partielles ont été rassemblées notamment auprès de M. VAYSSADE à Nasbinals :

- sur la présence **d'une source gazeuse "pétillante" et ferrugineuse** pouvant se situer **à MAGAZONE** sur la commune de Malbouzon (x = 660, y = 3268, z # 1200 m, n° de feuille 837.7X.), elle aurait fait l'objet d'une analyse (?),

- sur **le Lac de SAINT-ANDEOL** localisé à 4500 m au SSW de Marchastel (x = 659, y = 3258, z # 1223 m, n° de feuille 861.3X.), et en bordure duquel on aurait retrouvé une ancienne cité lacustre et un temple païen en bois,

- sur **le village en ruines de la SOGNE MORTE** (x = 662,5 y = 3261, z # 1224 m, n° de feuille 837.7X.), de la commune de Marchastel,

- sur **le secteur de BORN VEAU** (ou Bord Veau ?, lieu des eaux, ou lac de BORD, la Grange de Born ?) où serait situé un ancien village en ruines (x = 661, y = 3257, z # 1259 m, feuille n° 861.3X.) de la commune de Marchastel,

- et sur **le Lac des SALHIENS**, (x = 657,4 y = 3260,6 z # 1211 m, n° de feuille 837.7X.), de la commune de Nasbinals,

- sur la présence enfin d'***un secteur "chaud" dans la cour d'un hôtel de Saint-Urcize*** (Cantal) où la neige fond.

Ces indices liés au caractère volcanique du substratum dans l'Aubrac sont corroborés par une enquête très récente conduite sur la sismicité éventuelle de cette zone de l'Aubrac, allant de Nasbinals jusqu'à Chaudes-Aigues.

Sur la carte géologique de Nasbinals, édition du BRGM de 1994, on a représenté **un schéma structural régional et une coupe schématique à travers le laccolite granitique de la Margeride de Chaudes-Aigues à Marvejols reproduits aux figures 7 et 8.**

La coupe géologique montre le cheminement supposé des eaux, avec un circuit géothermal qui rejoint la CHALDETTE et CHAUDES-AIGUES, après des circulations jusqu'à 2 ou 3000 m de profondeur. La remontée s'effectue au travers des filons de microgranite, sans couverture à La CHALDETTE, et injectés au sein des gneiss à CHAUDES-AIGUES.

C'est cette hypothèse de transfert des eaux météoriques qui a été reprise et affinée dans la note de VASSEUR et al. en 1997. Il est fait mention dans cette publication d'un mélange entre des eaux circulant à 5000 m et des eaux contenues dans un réservoir moins profond, à 2000 m.

Autres sources en AUBRAC

De très nombreuses sources "sous-basaltiques" sont liées au volcanisme de l'Aubrac. Elles présentent des débits supérieurs à celles issues de granites, beaucoup plus réguliers. Ce sont des eaux peu minéralisées, avec des conductivités de 50 à 150 µS/cm.

Leur température est froide, en accord avec l'altitude moyenne qui est de 1150 m, et une température moyenne de 6,9°C; les minima sont de 2,1°C et les maxima de 11,6°C. Les précipitations dans ce secteur de la Lozère vont de 1000 mm au Nord à 1320 mm au Sud.

Références :

Notice de la carte géologique de NASBINALS à 1/50 000°, édition de 1994.

ROUSSET C., 1970 : Détermination géomorphologique et climatique de l'évolution des calottes glaciaires quaternaires dans les monts d'Aubrac (Massif Central, France). C.R. Acad. Sc., Paris, série D, t.270, pp. 464-467

ROUX J., 1962 : Séquelles d'activité du volcanisme en Auvergne. C.R. Somm. S.G.F., Séance du 5 février 1962, fasc. 2, p.38 (*article reproduit en 6.2*)

ROUX J., SENAUD G., 1978 : Le levé aéromagnétique Massif Central 1975 : étude de quelques anomalies caractéristiques liées au volcanisme et au socle. Thèse 3° cycle, Clermont-Ferrand, 208 p.

VASSEUR G, MICHARD G., FOUILLAC C., 1997 : Contraintes sur la structure profonde et le fonctionnement du système hydrothermal de Chaudes-Aigues (France). Ed. BRGM, Revue Hydrogéologie, n°4, 1997, pp.3-17

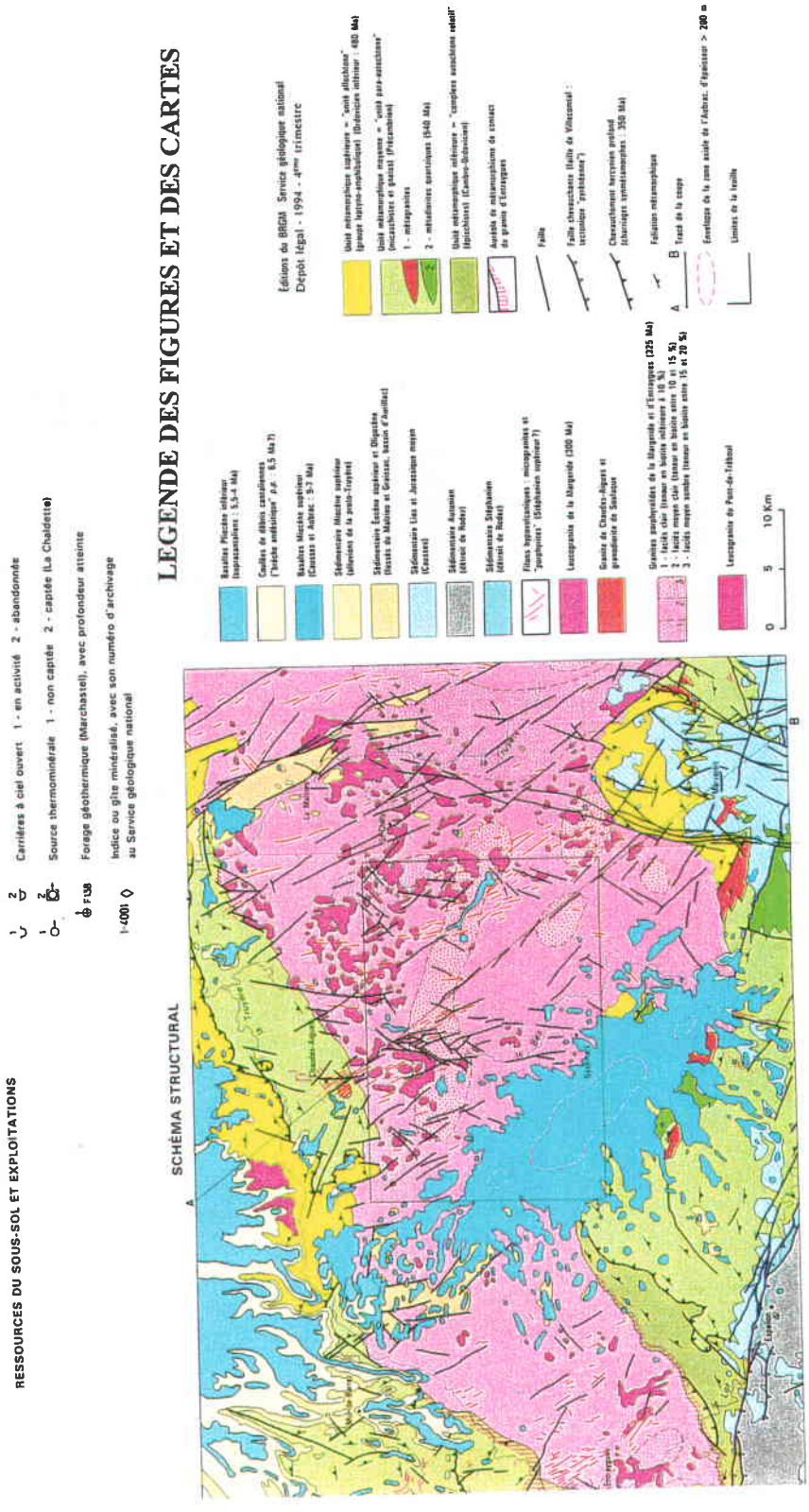


Figure 7 - Cadre géologique de l'AUBRAC

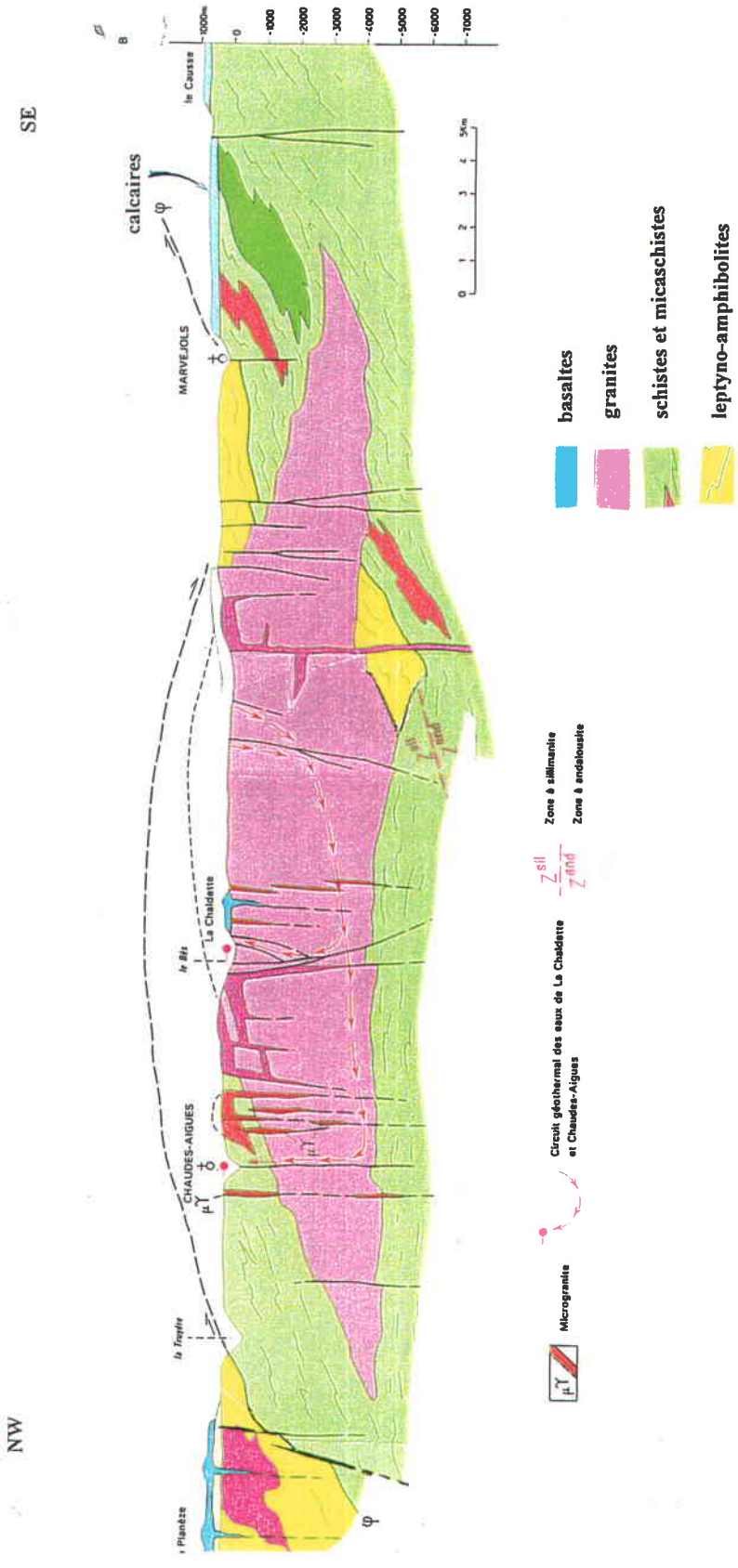


Figure 8 - Coupe schématique à travers le lacolite de la Margeride, de Chaudes-Aigues à Marvejols

5.1.2 - Les indices identifiés dans la MARGERIDE

Source de LAVAL - Commune d'Albaret-le-Comtal

Le hameau de Laval est localisé à l'extrémité NW du département, sur la commune d'Albaret-le-Comtal, et en rive droite du Bès qui se termine ici sur le plan d'eau du barrage de Grandval. Au centre du hameau composé de 5 à 6 maisons, on note un abreuvoir alimenté par une source (*Photo 6*) qui nous a été indiquée comme "minérale" par la secrétaire de Mairie de Fournels. Cette fontaine est raccordée par une conduite de 250 m de long à la véritable **source de LAVAL** située à l'ouest du hameau. Elle se trouve en bordure Sud de la route de Laval, dans un secteur envahi par la végétation.

Cet emplacement correspond au panneau "baignades et gouffres profonds". Il se situe sur la carte IGN de Faverolles aux coordonnées géographiques suivantes :

X = 661,06 Y = 3287,56 Z # 765 m,
de la feuille de Chaudes-Aigues **n° 813.7X.**

Dans ce secteur en aval de la vallée du Bès l'altitude est relativement basse, comparable à celle de la source de MAGNAC située en rive droite du Bès à 1200 m au NNE, et de la source de MONTCHANSON située à 3300 m au NE. Le contexte géologique est identique à celui du site de la source de CHAUDES-AIGUES situé à 9 km à l'ESE.

Les schistes et micaschistes sont affectés par le métamorphisme de contact associé à la mise en place au sud du granite de la Margeride. Ce sont ces granites macrogrenus qu'on trouve au village d'Albaret-le-Comtal.

En prenant le chemin qui suit en rive droite le Bès vers le sud, et à 250 m de Laval, un affleurement de micaschistes montre la schistosité orientée à N80, avec un pendage de 45° vers le nord. Dans ces micaschistes, on observe des dragées et amygdales de quartz. Les cassures principales sont orientées selon les directions de N85 et de N335. Dans la carrière de matériaux qui suit, on a la schistosité S_1 selon la direction N100 avec un pendage de 35° vers le nord. Les diaclases et cassures principales qui affectent les schistes et micaschistes sont à N120 avec un pendage de 65° vers le sud et à N40 avec un pendage de 80° vers le Nord.

A l'emplacement du captage, d'après la "mémoire" de l'un des habitants de Laval, le captage de la source se situerait côté montagne à une profondeur de 5 à 6 m au sein d'une excavation (ou d'une ancienne carrière) dans les schistes creusée à la main. On n'y a retrouvé aucune superstructure d'accès ou de protection. Il aurait alors été mis en place un tuyau métallique en Ø 35 mm assurant le raccordement de la source jusqu'au centre du hameau.

La source de LAVAL aurait fait l'objet d'analyses dont nous n'avons pas pu avoir copie.

Le jour de notre visite au hameau de Laval, le 16 octobre 1998, en plus du **débit contrôlé à 3,3 l/min (soit 200 l/h)** nous avons procédé aux mesures suivantes :

T = 11,3°C C = 593 µS/cm pH = 6,26 Eh = 275 à 280 mV.

L'eau est très claire, et **légèrement gazeuse** bien que non pétillante, ni aigrelette, elle est bicarbonatée (et chlorurée sodique), riche en fluor (1,6 mg/l) et en potassium (15,5 mg/l);

Dans un tel contexte, et à condition de pouvoir accéder à un emplacement plutôt favorable qui pourrait se situer au nord du hameau de la Ronzière (à 2 km au NNW d'Albaret-le-Bas), on devrait envisager de recouper les structures profondes des micaschistes et les fractures "aquifères" selon l'axe N30 à N50 en rive droite du Bès et si possible à une altitude assez basse.

Cette localisation - à défaut de pouvoir s'implanter face aux deux sources du Cantal - **situerait les recherches en Lozère**, entre MAGNAC au SW et MONTCHANSON au NE.

NOTA : **La source d'eau minérale de MAGNAC** sur la commune de Fridefont dans le Cantal, en rive gauche du Bès est recouverte une partie de l'année par le plan d'eau du barrage. Cette source légèrement gazeuse "noircit le vin". Elle se situe dans un secteur qui a fait l'objet d'exploitations de mines de fer et de plomb (*voir chapitre 5.1.3*).

Source du PUECH BESSON - Commune d'Albaret-Sainte-Marie

Signalée par le secrétaire de la mairie d'Albaret-Sainte-Marie, nous avons retrouvée **la source du PUECH BESSON**, localisée à 700 m au Nord du hameau de la Garde, en direction de la Roche, à moins de 150 m au SW du Puech Besson qui culmine à 1067 m. Ses coordonnées géographiques ont été repérées sur la carte IGN n°26360 du Malzieu-Ville, avec :

X = 671,70 Y = 3288,12 Z # 1048 m,
de la feuille de Saugues **n° 814.5X.**

Cette source qui ne "gèle pas l'hiver" est issue des arènes granitiques et ne présente aucun caractère particulier.

Elle dispose d'un bassin d'alimentation très limité en superficie. Le 16 octobre 1998, elle ne coulait pas, elle présentait **une température de 9°C et une conductivité de 84,8 µS/cm.**

Thermes Romains de JAVOLS - Commune de Javols

Sur le panneau explicatif du passé romain de Javols ayant trait aux fouilles archéologiques, il est indiqué en rive gauche du ruisseau du Triboulin, et sans doute après l'église, la présence de "THERMES ROMAINS" (*Photo 7*).

Nous ne connaissons pas de sources à caractéristiques particulières ou à température plus élevée que la moyenne dans le secteur de Javols, qui auraient pu être utilisées à l'époque romaine.

(Coordonnées approximatives X = 679,80 Y = 3266,60 Z # 675 m, de la feuille n° 838.6X.),

Des explications nous ont été données par Mlle FAURE, l'archéologue du site qui suit les fouilles depuis 1996 :

Les "Thermes Romains" correspondraient en fait à la présence identifiée d'un complexe balnéaire à JAVOLS, qui fonctionnait probablement avec de l'eau froide venant soit d'un puits

creusé dans les alluvions du Triboulin, soit d'une source thermale (?) pour l'instant non localisée dans le voisinage du site.

> ***"Le principe adopté par les Romains serait un dispositif de chauffage "hypocauste"***, par le sol, avec un système ingénieux de briques carrées en "pilettes ou en colonnettes", recouvertes de dalles en terre cuite au dessous d'un sol qui pouvait être revêtu de mosaïques. A l'aide d'un ou de plusieurs foyers à bois, et une ventilation appropriée, l'air chaud pouvait réchauffer les pièces au moyen de tubulures disposées dans le sol et dans le mur de l'établissement. Il s'évacuait ensuite par le toit. **Cet air chaud servait aussi à réchauffer l'eau d'une piscine.**
>
> Les Thermes étaient donc un possible établissement de relaxation, de sport "palestre", de remise en forme, .., avec une bibliothèque et salles de réunion."

Les fouilles se poursuivent actuellement, avec la reconnaissance effectuée de trois puits dont l'un aurait une profondeur supérieure à 10 m, un autre de 6 m et un de 2,50 m en bordure du ruisseau le Triboulin. Un passage à gué du ruisseau a pu être récemment identifié.

Source et Fontaine de SAINT-ROCH - Communes de LAJO (Lozère) et de Chanaleilles (Haute-Loire)

La source de SAINT-ROCH est située à 2500 m à l'ESE du village de Lajo en Lozère, en contrebas de la Chapelle de St-Roch (*Photo 8*). On y accède depuis le bourg par la route D.14 qui traverse le hameau de Rouzeire puis par la D.587 qui se dirige vers Saugues en Haute-Loire au NE, en passant par le village de Chanaleilles à 4000 m au NNE de la source.

Cette source est distante de 400 m de **la Fontaine de SAINT-ROCH**, qui comprend 3 drains au-dessous d'un oratoire incluant une statue (*Photo 9*), elle est située plus au NE en Haute-Loire. Les deux sources de SAINT-ROCH sont respectivement à l'ouest et au nord de la route D.587.

Les coordonnées géographiques de ces deux sources repérées sur la carte IGN n° 2636E de Saugues sont les suivantes :

Source de la Chapelle de SAINT-ROCH (en Lozère)
X = 688,48 Y = 3281,52 Z # 1287 m,

Source de la Fontaine de SAINT-ROCH (en Haute-Loire)
X = 688,72 Y = 3281,82 Z # 1295 m,
appartenant toutes deux à la feuille de Saugues **n° 814.7X.**

La source de la Chapelle de SAINT-ROCH se situe dans une prairie à pente faible, entourée d'une forêt de pins. Le contexte géologique est représenté par des granites affleurants et par des arènes. Lors de la visite du site effectuée le 24 juillet 1998, les caractéristiques mesurées in-situ indiquent **un débit de 270 l/h, une température de 11,9°C, une conductivité de 23,3 µS/cm, et un pH de 6,28.** Cette source est donc très peu minéralisée et son pH est acide.

La Fontaine de SAINT-ROCH se trouve dans un champ d'un secteur vallonné à pente faible, en bordure d'une forêt de sapins, dans un même contexte de granites et d'arènes. Lors de la visite du 8 août 1998, les caractéristiques suivantes ont été notées sur les trois drains :

Dénomination	Débit (l/h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH (unité pH)
drain gauche	130	10,9	31,6	5,96
drain centre	200	10,5	31,7	5,98
drain droite	300	10,1	31,8	5,97

Tableau 6 - Caractéristiques des sources de la Fontaine de SAINT ROCH

Le débit total est de l'ordre de 630 l/h, et même si les trois drains présentent des températures différentes, les principales caractéristiques des eaux sont très comparables entre elles et semblables à celles de la source de la Chapelle : **ce sont des eaux à pH acide, très peu minéralisées.**

Sur le panneau présent sur le site aménagé par l'O.N.F. en 1996-1997 on peut lire le texte suivant :

"En ce lieu, une Chapelle dédiée à SAINT-ROCH était construite au XIXème siècle. Ravagée par une tempête en 1897, elle fut reconstruite en 1900. A 300 mètres, vous avez laissé la fontaine Saint-Roch. A côté un Hospice construit au XIIème siècle abritait les pèlerins se rendant à Compostelle; il remplit cette fonction jusqu'au milieu du XVIIème siècle, date à laquelle il était en ruines. La Chapelle de cet Hospice était dédiée à St Jacques et à St ROCH.

SAINT-ROCH est invoqué par les malades, les miséreux et les pèlerins. ***Et on reconnaît à l'eau de sa fontaine un effet particulièrement apaisant et bienfaisant.*** De nos jours, le pèlerinage à SAINT-ROCH (*Dimanche suivant le 16 août*) rassemble 2 à 3000 personnes."

En fait, tant pour la Chapelle que pour la Fontaine de SAINT-ROCH, on a des eaux froides, acides et très peu minéralisées, qui se trouvent assez semblables à celles de la Chapelle de St-FEREOL sur Rieutort, ou de la Chapelle de St-MÊEN sur Grandrieu. La très faible minéralisation de ces eaux (très proches de celle des eaux de pluies) est liée à la modeste extension de leur bassin d'alimentation, et à l'absence, dans ces cas, de circulations "lentes" dans les arènes ou de circulations profondes au travers des fissures du socle granitique.

Source de SARROUL - Commune de Saint-Chély-d'Apcher

D'après les documents des Archives Départementales de Mende, **la source de SARROUL** est citée comme eau minérale. Nous avons retrouvé le village de Sarroul à 1500 m au NW de St-Chély-d'Apcher où on accède en prenant la route départementale D.64.

Guidé par les gens du village (M. BRUGERON), nous avons trouvé **la source de la FONTAINE** à 50 m en contrebas du village, qui alimente un abreuvoir. Son débit est de 12 l/min, sa température est de 9,1°C et sa conductivité de 71,5 µS/cm.

Cette source n'a aucune caractéristique particulière sinon qu'elle est très peu minéralisée, ce qui est normal dans le contexte géologique des granites de la Margeride. L'abreuvoir représente l'exutoire principal de la source qui doit être captée nettement plus en amont, vers la colline située au SW.

A 100 m avant d'arriver au hameau, il nous a été signalé une ancienne source, qui ne coulait pas le jour de notre visite le 16 octobre 1998, et qui aurait été retrouvée, mais recouverte lors du

bitumage de la route. Ce serait l'endroit du point recherché, **la source de SARROUL**, dont le nom viendrait de la transformation de "ça rouille", du fait que ce serait une source ferrugineuse. Elle est située à 150 m à l'Est de l'abreuvoir, sa localisation sur la carte IGN 2637O est la suivante :

X = 673,00 Y = 3280,07 Z # 1020 m,
de la feuille de Langogne **838.1X.**

L'emplacement de cette source aujourd'hui disparue se marque en hiver par une auréole les jours de neige du fait de sa température plus élevée.

Sources de la FONT-FORTE et de COULAGNES - Commune du BORN

Sur la feuille géologique de Mende à 1/50 000° (n°862), et à 9 km au nord de la Préfecture, il est signalé par J.P. COUTURIE, les deux **sources de COULAGNES Haute et Basse :**

"la FONT-FORTE" la plus au sud,

et une autre "Sans nom", la plus au nord, que nous désignerons ici par **"Source de COULAGNES"**.

Il s'agit de petits bassins plus ou moins naturels sans débit apparent d'où s'échappent quelques bulles de gaz, en bordure d'un chemin. Leur localisation à 2 500 m au sud du village de Coulagnes-Hautes, et à 3 km au SW du lac de Charpal les situe au lieu-dit Lou Sales ou Berbori, en secteur ouest de la forêt du Born. On y accède vers le nord, à 2 km depuis la Colombèche, pour les retrouver de part et d'autre du ruisseau du Bouisset. Elles se trouvent à 200 m l'une de l'autre, sur le trajet d'une petite faille SW-NE qui affecte les granites porphyroïdes à faciès sombre calco-alcalins à biotite. Ces sources minérales sont souvent désignées sous le nom de sources de Coulagnes.

La source de FONT-FORTE, se trouve à 15 m en rive droite du Bouisset, située dans une zone marécageuse envahie par les mousses rougeâtres et la végétation de joncs en bordure d'un bois de pins (*Photos 10)*. Il s'agit d'un trou d'eau profond de 1 à 2 m, clôturé sommairement par des piquets en bois et des fils de fer barbelés. Son **eau bicarbonatée sodique très froide s'écoule** au milieu de dépôts ocres, **avec un débit très faible** (2 à 3 l/min). **Elle est pétillante (présence de CO_2), et "aigrelette".**

La source de COULAGNES se trouve en bordure est du chemin (*Photo 11*) à 200 m à N70 (ENE) de FONTFORTE. Elle se présente sous la forme d'une petite vasque pleine d'eau et sans écoulement apparent, dans laquelle se dégagent des bulles de gaz carbonique.

Les coordonnées géographiques de ces deux sources sont les suivantes :

Source de FONT-FORTE X = 694,91 Y = 3256,36 Z # 1212 m
(ou source Sud)

Source de COULAGNES X = 695,02 Y = 3256,47 Z # 1214 m
(ou source Nord, en bordure du chemin)

Elle se trouvent sur la feuille de MENDE **n° 862.4X.**

Les caractéristiques de ces eaux sont respectivement :

T = 7,8 et 7,0°C C = 374 et 245 µS/cm pH = 5,43 et 5,53 Eh = 181 et 176 mV.

Les eaux du ruisseau de BOUISSET :
T = 8,5°C, C= 52,8 µS/cm pH = 7,17 Eh = 234 mV,

pour un débit de l'ordre de 10 l/s, sont comparables à celles d'une troisième source non minérale repérée dans des landes à orties et cresson à 250 m plus au nord que celle de Coulagnes (à 20 m à l'Est du chemin), avec T = 7,8°C et C = 49,6 µS/cm.

Les eaux des sources de FONTFORTE et de COULAGNES sont des sources froides, ferrugineuses (220 mg/l), **nettement plus minéralisées et plus acides** que les eaux venant des arènes superficielles (granite très altéré et sableux), appelées ici "le Tanas", et que les eaux de surface.

En repartant en amont du ruisseau du Mazel, à 1000 m à l'ESE des sources, nous avons retrouvé **un panneau en bois portant le nom d'un ancien village, "le MAZEL CHABRIER",** avec en bordure ouest du chemin, des vieux murs presque complètement délabrés (*Photo 12*). Ce sont les derniers restes des habitations de ce village aujourd'hui disparu. Bien connu au milieu du siècle dernier, il aurait brûlé.

Références :

MAURIN J., 1886 : Essai sur les eaux de la Lozère. 48 p.

Notice et carte géologique de Mende à 1/50 000°

La source JENNY - Commune de CHAULHAC et les émergences voisines du CANTAL

a) Localisation

Cette source est située sur la commune de CHAULHAC en Lozère, en rive droite de la Truyère, à 200 m au NW du hameau de Paladines, à 1500 m au NNW de Chaulhac. Localisée sur la carte IGN du Malzieu-Ville n° 2636O, à 650 m à l'Est du Moulin de Paladines, **la source JENNY** a pour coordonnées géographiques :

X = 672,20 Y = 3293,20 Z # 745 m,
elle est répertoriée sur la feuille de Saugues avec le ***n° BSS 814.1X.202.***

Dans le prolongement vers l'ouest de la source JENNY, on retrouve 3 sources minérales dans le département du Cantal (voir chapitre 5.1.3) :

- ***la source CHRISTINE*** en rive gauche de la Truyère, face au Moulin de Paladines,
  X = 671,59 Y = 3293,24 Z # 750 m, ***n° BSS 814.1X.1,***

- ***la source le TERRAN*** au sud du hameau, qui ne coule plus,
  X = 670,73 Y = 3293,29 Z # 755 m
- ***la source de LOUBARESSE,*** encore appelée **Fontsarrade**, ou Fontaine salée, située à 1 km au nord de Clavières d'Outre,
  X = 670,02 Y = 3292,96 Z # 825 m.

Les propriétaires ou exploitants de ces sources ne sont pas connus. La source JENNY n'est plus utilisée, le captage a disparu. Il existait autrefois en rive droite immédiate de la Truyère une ancienne buvette. Les autres sources ne sont pas exploitées.

b - Contexte géologique

La particularité commune à ces émergences (feuilles de SAUGUES n° 814 et de CHAUDES-AIGUES, n° 813) est d'être localisées **en partie méridionale du fossé d'effondrement Oligocène du Malzieu** qui affecte les formations du socle gneissique au nord et granitique au sud, séparées au niveau des émergences selon un axe ENE-WSW. Un épanchement basaltique de 7 à 8 km² ferme le bassin tertiaire entre Paladines à l'Ouest et Julianges à l'Est (Puech de la Garde), obligeant la Truyère à se détourner par une gorge étroite dans le granite, au Sud du plateau volcanique.

La source JENNY est localisée au Nord d'un petit massif discordant de leucogranites à muscovite. L'accès depuis le Moulin de Paladines s'effectue par un chemin difficile. On y notait **des dégagements gazeux au travers des alluvions**, en bordure de l'ancien captage. **La température de l'eau était de 9°C, sa résistivité de 3000 ohms.cm, et son débit inférieur à 1 l/min.**

La source CHRISTINE (non retrouvée) à 700 m à l'ouest, en rive gauche de la Truyère (côté Cantal, sur la commune de Loubaresse) et immédiatement au NW du Moulin de Paladines, présentait aussi des émergences diffuses étalées sur 200 m, matérialisées par des bulles de gaz qui s'échappent au travers des micaschistes, des gneiss, et filons d'aplite orientés NE-SW. Ces structures sont antérieures à celles du fossé du Malzieu.

c - Caractéristiques des eaux

On ne dispose pas d'analyses détaillées des ces eaux qui permettraient d'en détailler le chimisme et la minéralisation. Ce sont **des eaux froides, dites bicarbonatées alcalines, à débits très faibles.**

Le débit de la source CHRISTINE n'est pas mesurable du fait des conditions diffuses de cette émergence en plusieurs griffons. **Sa température serait de 10°C et sa résistivité de 1400 ohms.cm, correspondant à une minéralisation totale voisine de 500 mg/l.**

La source JENNY aurait **un débit de 1 l/mn (60 l/h), une température de 9 à 10°C** et une résistivité plus élevée avec 3000 ohms.cm, associée à **une minéralisation** deux fois plus faible, **de l'ordre de 250 mg/l.** De telles températures et résistivités, en l'absence d'analyses plus détaillées, laissent supposer une origine superficielle de ces eaux, ce qui limiterait leur intérêt.

Ces sources aujourd'hui "abandonnées" ou disparues présentent des débits très modestes, elles sont peu minéralisées, et rendent compte d'une origine peu profonde (T < 12°C), ou d'une ascension très lente. Elles se situent au moins pour deux d'entre elles, en rive droite et gauche de

la Truyère, dans des secteurs très difficilement accessibles, peu propices à des investigations poussées.

Références :

BERARD P., 1987 : Les sources thermales et minérales non utilisées en Lozère : La Chaldette, Jenny et Diva. Rapport BRGM 86 LRO 704 PR du 29 décembre 1987

Source de SAINT-MÊEN - Commune de Grandrieu *in CROZET R., 1995*

" .. C'est Mme P; professeur de français au lycée de Montpellier, qui m'indiqua l'existence à Grandrieu, Lozère, d'une source extraordinaire qui guérissait les maladies de la peau.

"Ma fille, 17 ans, avait un eczéma purulent sur toute la poitrine, qui me faisait peine. Elle n'avait plus un centimètre de peau normale, toutes les chairs véritablement à vif. Pendant deux ans, je l'ai faite soigner à l'hôpital, on lui a donné traitement sur traitement, rien n'y a fait. Elle souffrait atrocement, quelqu'un m'a indiqué **la source de SAINT-MÊEN.** Nous y sommes allés, huit jours plus tard, je vous le jure, ma fille était complètement guérie..."

" ... tout en face de la chapelle; sur son flanc droit la source qui sourd, on ne sait comment, dans le creux d'un rocher où le bon sens se perd, et puis tout à côté un trou dans le granit. Je n'y ai pas touché pour sûr ... ***Je n'ai même pas pu apprécier l'eau de la source, comme jusque-là j'avais coutume de le faire, ce n'était qu'un bloc de glace !!.***

La source de SAINT-MÊEN - Commune de Grandrieu

La chapelle de Saint-Mêen est située à 1 km au NE de Grandrieu (à 1500 m par la route), en contrebas de la route départementale D.5, et en rive gauche de la rivière de Grandrieu (*Photo 13*).

La "source" de SAINT-MÊEN est localisée en arrière de la chapelle, côté SE, elle surplombe la rivière de 3 à 4 m. Ses coordonnées géographiques repérées sur la carte IGN n° 2737O de Grandrieu sont les suivantes :

X = 703,47 Y = 3277,99 Z # 1075 m
correspondant à la feuille de Langogne, **n° 839.1X.**

Au coeur d'un affleurement de granites porphyroïdes "à dents de cheval", on a une vasque qui ne s'écoule pas, mais qui paraît recevoir par simple ruissellement les eaux superficielles depuis les rochers situés en amont. Autour de la vasque, sur une rampe en fer, sont disposés toute une série de chiffons et de mouchoirs en "ex-voto", cette source étant réputée soigner les maladies de la peau dont l'eczéma (*Photo 14*).

En fait les mesures de **température de l'eau à 9,3°C et surtout sa conductivité à 33,8 µS/cm,** sont caractéristiques d'eaux excessivement peu minéralisées, ce sont pratiquement des eaux pures, alimentées par les seules pluies, avec l'effet bénéfique probablement associé à cette pureté chimique. Il n'en va pas de même de la qualité bactériologique !!, la vasque étant "croupissante", et sans renouvellement apparent.

La structure des granites montre une nette fréquence des diaclases nord-sud (N 003).

Les sources du MAZEL DES LAUBIES

Eaux minerales et thermales ***in Bouret J., 1852***

Il existe dans le département beaucoup de sources minérales; la plupart sont froides et acidulés. Les plus estimées, ou du moins les plus fréquentées, **jaillissent au MAZEL, commune des Laubies; elles sont ferrugineuse et gazeuses.**

Eaux minérales du MAZEL

Extrait du rapport de l'Ingénieur ordinaire des Mines pour 1856

Ces eaux sont principalement ferrugineuses et gazeuses. Il y a cinq sources, l'une d'elles au moins doit contenir une certaine proportion d'alcali et peut-être de magnésie, car elle est franchement purgative. Ces eaux se prennent en boisson. Il n'y a pas d'établissement.

Note sur les eaux minérales du MAZEL dans la commune des LAUBIES - canton de SAINT-AMANS

Agent-Voyer hors classe FABRE (?), 1862 ***Arch. Dép. de Mende, réf. 4T43***

" Au fond d'une petite vallée, ...,
on distingue les FONTAINES HAUTES et les FONTAINES BASSES.

Entre les Fontaines Hautes et Basses on observe plusieurs indices de sources minérales non exploitées. L'une de ces sources arrivait au niveau du sol du côté du ruisseau ... des buveurs d'eau la trouvaient très bonne quoique mélangée.

Les habitants du village ont fait des fouilles et, suivant la trace de l'Eau Minérale, sont arrivés à la source primitive qui se trouve à 4,30 m de profondeur. On a trouvé à ce point 2 sources distinctes qui avaient été exploitées et aménagées à une époque très ancienne. Creusées dans le roc tendre, les eaux se dégagent des interstices du granit par forts globules venant de bas en haut. On les avait isolées des eaux pluviales et des infiltrations par une cloison en madriers de chêne coulissés dans des poteaux de même bois grossièrement taillés. Les deux sources étaient aussi séparées par des cloisons de bois. On avait creusé tout autour une petite rigole dans le granit pour détourner les infiltrations.

Dans ces déblais, on a trouvé de très nombreux anneaux en cuivre de différentes grandeurs .., probablement des bracelets ..., ex-voto ou offrandes faites à la Naïade bienfaitrice, situés sous un remblai de 1,60 m. Un gros rocher de 2,60 m x 2 x 1 m a été miné. Un autre plus gros couvre le canal de fuite. Les aménagements dateraient de l'époque Gallo-Romaine, puis les sources ont été comblées.

La nouvelle Fontaine est assez abondante et paraît très bonne ... Elle se rapproche des eaux de Vichy, ou de certaines sources de Vals.

Dans le lit du ruisseau il existe de nombreuses autres petites sources ... "

Sur les eaux du MAZEL des LAUBIES
Arch. Dép. de Mende, réf. M12 397 et 2O836
et MAURIN J., 1886 : Essai sur les eaux de la Lozère. 47 p.

Le 30 mai 1875, (doc. *M12 397*), il est indiqué 4 sources peu abondantes dénommées les Fontaines Hautes et les Fontaines Basses :

- **les FONTAINES HAUTES** appartiennent à 6 propriétaires, exploitées sans autorisation et ni DIP, elles rapportent 500 F par an.

- **les FONTAINES BASSES** situées sur un terrain communal, appartiennent à tout le village, elles rapportent 1000 F par an.

Un temps propriété de M ROUSSET en 1889, elles sont ensuite cédées à M BRUN.

Bien que non reconnues comme Eaux Minérales Naturelles, elles sont vendues sur place, à Marvejols et à St-Chély au moins jusqu'en 1906. On note alors 4 sources pour les Fontaines Hautes dont une seule est exploitée, et 5 sources dont 3 exploitées pour les Sources Basses. Ces eaux sont alcalines, légèrement ferrugineuses. Ce sont des sources de peu de rendement (8000 l/an vendus), et à température ordinaire utilisées seulement en juillet, en août et en septembre. Les revenus de ces ventes sont affectés à la réparation de biens communaux, publics.

MAURIN Jules en 1886 signale que les sources du Mazel des Laubies sont "à l'abandon". Il indique un puits d'une profondeur de 4 m, pour deux sources distinctes dans le roc séparées par une cloison en bois.

Les Fontaines Hautes présentent une minéralisation de 3855 mg/l, et, 300 m plus bas, les Fontaines Basses sont signalées comme purgatives. Ces eaux minérales sont acidulées, alcalines et ferrugineuses. Leur température est de 10°C, et les éléments principaux sont le sulfate, le magnésium, le sodium, le fer, le gaz carbonique et l'arsenic.

Le 11 avril 1900 (doc. *2O836, de 1888 à 1920*), des analyses physico-chimiques indiquent un extrait sec de 2,9282 g/l pour la source de Sainte-Blaise, et de 2,8503 g/l pour la source de Sainte Marie.

Une procédure est en cours contre Brun et Moure entre 1901 et 1912. En 1901 les autorisations d'affermage sont de 3 à 6 ans. Les Fontaines minérales Basses de la section du Mazel sont ensuite affermées pour 30 ans par un bail du 13 mars 1909, et jusqu'en 1940 à M TONDUT J.P. qui assure les ventes d'eau. Le montant est de 420 F/an (alloué aux enchères) et une des conditions est de donner 3 l/j d'eau minérale à la section pour chaque ménage.

Les plans de l'alimentation en eau potable sont fournis, les sources se situent dans la parcelle n° 357. La source de la CHAN se trouve à 1100 m.

Dans différents rapports ultérieurs, du géologue FABRE en date du 24 novembre 1906, puis d'autres notes notamment du CDH en date du 15 juillet 1920, indiquent que les eaux sont impropres à la consommation le 8 août 1917, ou putrides le 24 septembre 1919.

Notice de la carte géologique à 1/80 000° de MENDE (feuille n° 196)

Eaux minérales associées à un accident nord-sud qui affecte les granulites. Le granite porphyroïde de la Margeride à phénocristaux d'orthose pouvant atteindre 12 cm, est intrusif et post-tectonique. Il recoupe les séries métamorphiques.

Notice de la carte géologique à 1/50 000° de St-CHELY-D'APCHER (feuille n° 838, édition 1974)

Les sources du MAZEL-des-LAUBIES sont issues des granites porphyroïdes calco-alcalins à biotite. Elles sont réparties en deux groupes : FONTAINES HAUTES et FONTAINES BASSES, éloignées de 200 m environ , dans la vallée du Rieutoret.

La FONTAINE HAUTE, encore appelée source SAINT-CYPRIEN, est un peu moins minéralisée que les FONTAINES BASSES : sources SAINT-BLAISE et SAINTE-MARIE. Toutes ces eaux sont de type bicarbonaté sodique, calcique et magnésien. Le débit est très faible. La composition chimique pour un litre d'eau, selon des analyses effectuées en 1900 à l'Ecole des Mines de Paris, d'après une ancienne affiche publicitaire recueillie sur place est la suivante :

Sources *Eléments analysés*	**Saint-Blaise**	**Sainte-Marie**	**Saint-Cyprien**
Gaz carbonique libre	1110,5	858,1	1044,2
Silice	47,2	46,8	41,5
Bicarbonate de sodium	2689	2651,2	2191,8
Bicarbonate de calcium	575,9	556,9	507
Bicarbonate de magnésium	425,6	408,3	281,6
Bicarbonate de potassium	217,4	211,2	204,4
Bicarbonate de fer	21,1	18,9	18,2
Bicarbonate de lithium	11,8	11,8	9,8
Sulfate de sodium	33,4	32,7	25,9
Chlorure de sodium	61,5	60,7	46,5
TOTAL	**5193,4**	**4856,6**	**4370,9**
Extrait sec à 180°	**2928,2**	**2850,3**	**2364,8**

Tableau 7 - Analyse de l'eau des sources du MAZEL DES LAUBIES (Ecole des Mines de Paris)

Thermalisme et climatisme

DDASS de la Lozère

"... D'autres sources, plus importantes ont été utilisées davantage, avec ou sans autorisation des services responsables, mais le plus souvent dans des conditions peu favorables. Telles sont les sources de BAGNOLS-les-BAINS, de BRION (La Chaldette), de QUEZAC, de LAVAL-ATGER, des LAUBIES (Le Mazel).

Ces trois dernières sont assez mal connues aussi bien en ce qui concerne leur minéralisation que leur action sur l'organisme ou leurs vertus thérapeutiques.

Au MAZEL-des-LAUBIES, il existe deux sources qui, bien que n'ayant jamais été régulièrement autorisées ont vu leurs eaux utilisées en boissons, soit sur place, soit après mise en bouteilles; l'une d'elles serait bicarbonatée sodique et ferrugineuse; l'autre ferrugineuse également renfermerait du sulfate de magnésie; elles ont été utilisées dans certaines affections des voies digestives".

Le Mazel des Laubies - 48700 SAINT AMANS *in CROZET R., 1995*

"... je décidais de me rendre au Mazel des Laubies où coule une eau minérale, la seule m'avait-on dit de ce Nord-Lozère ..., A l'arrivée, sous une hêtraie séculaire, les sources dormaient à l'ombre ocre des feuilles mortes encore pendues aux branches, ***dans de minuscules cubes de béton (!!)*** aux portes de fer rouillées qui firent pour s'ouvrir bien des difficultés.

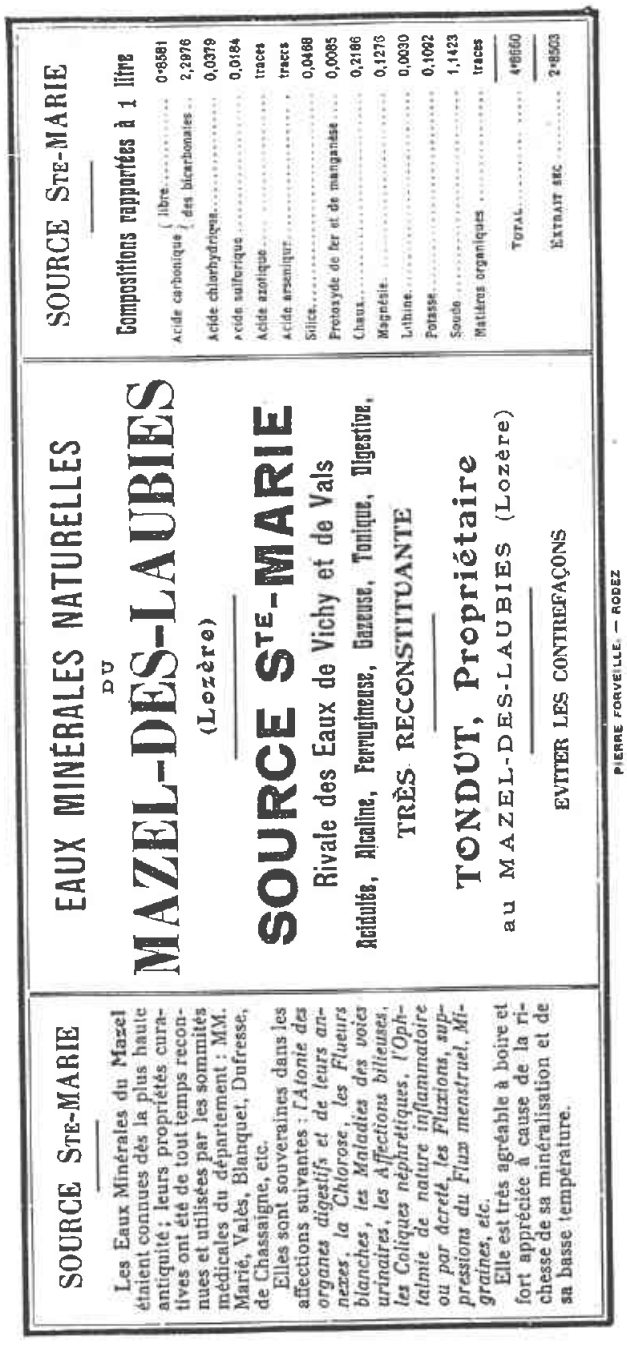
"Saint-Cyprien, la Fontaine Haute", fit mon guide ..., je goûtais, je la trouvais fort bonne, légèrement gazeuse et fraîche. Un peu de boue rouge dénonçait un dépôt de fer.

"Les Fontaines Hautes ont été exploitées jusque vers 1936 environ" me dit Mme G., "elles sont propriété privée. C'était alors à l'hôtel, car il y en avait un, une fête perpétuelle. On venait prendre les eaux comme on disait. il fallait être à jeun le matin, mais le soir tout le monde ripaillait et se rattrapait bien. Un peu en dessous, nous avons **les Fontaines Basses constituées par la source Sainte Blaise et la source Sainte Marie;** elles sont communales. On y a trouvé des ex-voto de l'époque gauloise, je crois, anneaux en cuivre, parures, bracelets qui sont aujourd'hui au Musée de Mende".

.. J'ai pu avec l'aimable complicité de mon hôte relever ce qui était écrit sur une vieille étiquette qu'elle retrouva dans ses archives.

..Chemin faisant, je pensais qu'avec une pareille carte d'identité "rivale de Vichy", pauvre cruche de terre ne pouvait pas tenir longtemps contre cruche de fer !"

C'est cette même étiquette, aimablement communiquée par J.P. COUTURIE, est reproduite ci-après (figure 9).



SOURCE STE-MARIE

Les Eaux Minérales du Mazel étaient connues dès la plus haute antiquité ; leurs propriétés curatives ont été de tout temps reconnues et utilisées par les sommités médicales du département : MM. Marié, Valès, Blanquet, Dufresse, de Chassaigne, etc.

Elles sont souveraines dans les affections suivantes : *l'Atonie des organes digestifs et de leurs annexes, la Chlorose, les Flueurs blanches, les Maladies des voies urinaires, les Affections bilieuses, les Coliques néphrétiques, l'Ophtalmie de nature inflammatoire ou par âcreté, les Fluxions, suppressions du Flux menstruel, Migraines, etc.*

Elle est très agréable à boire et fort appréciée à cause de la richesse de sa minéralisation et de sa basse température.

EAUX MINÉRALES NATURELLES

DU

MAZEL-DES-LAUBIES

(Lozère)

SOURCE STE-MARIE

Rivale des Eaux de Vichy et de Vals

Acidulée, Alcaline, Ferrugineuse, Gazeuse, Tonique, Digestive,

TRÈS RECONSTITUANTE

TONDUT, Propriétaire

au MAZEL-DES-LAUBIES (Lozère)

EVITER LES CONTREFAÇONS

PIERRE FORVEILLE. — RODEZ

SOURCE STE-MARIE

Compositions rapportées à 1 litre

Acide carbonique { libre	0·8581
Acide carbonique { des bicarbonates	2,2976
Acide chlorhydrique	0,0379
Acide sulfurique	0,0184
Acide azotique	traces
Acide arsenique	traces
Silice	0,0468
Protoxyde de fer et de manganèse	0,0085
Chaux	0,2186
Magnésie	0,1276
Lithine	0,0030
Potasse	0,1092
Soude	1,1423
Matières organiques	traces
TOTAL	4·6660
EXTRAIT SEC	2·8503

Figure 9 - Source du MAZEL DES LAUBIES : étiquette d'origine

Source Ste-MARIE

"Les Eaux Minérales du **MAZEL** étaient connues dès la plus haute antiquité; leurs propriétés curatives ont été de tous temps reconnues et utilisées par les sommités médicales du département : MM. Marié, Valès, Blanquet, Dufresse, de Chassaigne, etc.

Elles sont souveraines dans les affections suivantes : *l'Atonie des organes digestifs et de leurs annexes, la Chlorose, les Flueurs blanches, les Maladies des voies urinaires, les Affections bilieuses, les Coliques néphrétiques, l'Ophtalmie de nature inflammatoire ou par âcreté, les Fluxions, suppression du Flux menstruel, Migraines, etc.*

Elle est très agréable à boire et fort appréciée à cause de la richesse de sa minéralisation et de sa basse température".

Sa composition en mg rapportée à 1 litre est la suivante :

Acide carbonique libre	858,1
Acide carbonique des bicarbonates	2297,6
Acide chlorhydrique	37,9
Acide sulfurique	18,4
Acide azotique	traces
Acide arsénique	traces
Silice	46,8
Protoxyde de fer et de manganèse	8,5
Chaux	216,6
Magnésie	127,6
Lithine	3
Potasse	109,2
Soude	1142,3
Matières organiques	traces
TOTAL	**4866**
Extrait sec	**2850,3**

Bicarbonate de soude : 4, 699; Acide carbonique : 1,175; sodium, lithium, etc..

Tableau 8 - Analyse de l'eau de la source Sainte-MARIE au MAZEL DES LAUBIES

Les eaux minérales du MAZEL DES LAUBIES (Lozère)

POUVY Jules, 1932
Thèse Université de Montpellier, n°216, Faculté de Pharmacie

a - Présentation et généralités, introduction a l'histoire du Gevaudan

"**Les sources du MAZEL DES LAUBIES** sont des sources peu connues, à faible débit, situées en pleine montagne. Leur valeur médicinale est certaine, comparable à celles de quelques unes de nos grandes sources françaises.

Localisées dans le GEVAUDAN (GAB = lieu élevé en Celtique; ARVERNES = Cantal), leur réputation est connue à travers les âges, et déjà à l'époque romaine.

La tribu des GABALES est composée de pasteurs et agriculteurs rudes, épris de liberté, attachés à leur âpre pays, et à leurs coutumes. Les villages : "vici", la cité : "civitas" et "villas", les villes et remparts : "oppida", les pistes : "drailles" ou drayes composent le paysage. Sur la carte routière de l'époque romaine, "la Table de Peutinger cite ANDERITUM ou Javols (Gabali), à 12 km sur la voie d'Agrippa avec des thermes d'époque, des poteries à Banassac et un atelier monétaire, le Mont Mimat à Mende. La Lozère, dans les hautes-Cévennes est le pays des sources.

Le Mazel des Laubies compte 90 habitants et se situe à 1050 m d'altitude. Les températures extrêmes vont de -25 à +30°C, et les précipitations sont comprises entre 750 et 850 mm, avec des épisodes de neige. On note au SE le Truc de Fortunio à 1554 m, le Signal de Randon à 1578 m, les monts de la Margeride, le pic de Finiels à 1702 m, point culminant du Mont Lozère. Au SW, on a le massif de l'Aubrac avec les coulées basaltiques sur 45 km de long et 15 km de large.

Les vallées sont ouvertes à pins sylvestres, hêtres, genêts à balais, fougères, genévriers, myrtilles, digitales et pâturages verts. Le ruisseau, le Riellortet prend sa source aux Bézals, à 1350 m d'altitude. On est entouré d'arènes et de blocs de granite dégagés par les eaux qui circulent en cascades".

b - Historique des sources

"Les sources du MAZEL DES LAUBIES (ML) sont situées à 25 km au nord de Mende, dans les monts de la Margeride. Des indications sont données sur :
- leur situation géographique et géologique, et le contexte minéralogique,
- le cheminement hydrogéologique,
- sur leur minéralisation.

* Au Mazel des Laubies, on compte 7 sources d'eaux minérales :
- 3 Sources Hautes, dont une seule est exploitée, les deux autres ayant un débit minimal,
- 4 Sources Basses à débit faible, dont 2 en rive droite "purgatives", avec la Source Basse à débit plus fort, et 2 en rive gauche liées aux infiltrations des eaux de pluies –

* Vers 1880, des travaux de sondages mettent en évidence des objets précieux, des bracelets selon l'"art romain" offerts aux divinités des sources".

Ces sources sont citées dans le Guide de CORD et VIRE du siècle dernier. Elles sont très ferrugineuses, et gazeuses, ... exploitées dès les temps préhistoriques !!!, et rappelées par BALMELLE M. en 1912, par le Dr BLANQUET en 1728, par BOURET en 1853, ...

Au début du XVIIème siècle, R.P. L'OUVRELEUL indique la présence d'"eaux minérales froides pour la boisson à Florac, à Ispagnac, et au Mazel". Ces 7 sources représentent la deuxième merveille du Gévaudan".

DE GENSANE en 1776 rappelle qu'au Mazel on a une source d'eau acidulée dont on estime fort les propriétés, forts semblables à celles de Bussang en Lorraine. Ce sont des eaux bicarbonatées sodiques et calciques.

L'Annuaire du Département de la Lozère en 1844 précise que les eaux des deux sources du Mazel sont froides, acidulées, dont la température voisine de 10°C varie avec la température extérieure :

- la Source Haute présente du carbonate de fer, du carbonate de soude, et du CO_2 en grande quantité. elle est indiquée pour les maladies suivantes : atonies des organes digestifs, coliques biliaires, migraines, ..

- la Source Basse est plus ferrugineuse, avec des carbonates de fer, du sulfate de magnésie, et d'alumine, du gaz carbonique en moindre quantité; les maladies traitées sont : la chlorose, la leucorée, l'anémie.

Dans l'Almanach de la Lozère, an IX de la République, il est noté la présence de nombreuses sources froides, acidulées, thermales ou chaudes, ..., toutes gazeuses, martiales et alcalines, plus ou moins apéritives et toniques. Des aménagements de captages sont préconisés au droit des granites d'où sont issus les filets d'eau au travers des fissures, en les dirigeant vers un bassin de réception fermé, recouvert d'une dalle granitique, de capacité de 50 à 60 litres.

La Source Haute est cédée à des particuliers : MM. VALETTE et MOULIN, elle est embouteillée et vendue à 0^F25 la bouteille, rivale de Vals et de Vichy, c'est une eau acidulée, alcaline, ferrugineuse, gazeuse, tonique, digestive, très reconstituante. Sa minéralisation totale est de 8773 mg/l, et son analyse est la suivante (en mg/l) :

CO_2 libre	1775	bicarbonate de soude	4699	bicarbonate de potasse	379
Fer	87	bicarb. de chaux	687	bicarb. de manganèse	331
sulfate de soude	228	chlorure de sodium	553	chlorure de lithium	18
arséniate de soude	2	silice	14	matières organiques	traces

Tableau 9 - Analyse de la source HAUTE du MAZEL DES LAUBIES (# 1844)

Cette source n'est plus exploitée depuis la guerre de 14-18, mais encore des gens viennent y chercher de nombreuses bonbonnes.

c - Genèse des sources

Trois hypothèses sont avancées :

1. infiltration des eaux météoriques, chargement en matières salines et organiques, de gaz via les failles et les cassures du sol,

2. origine profonde avec réchauffement de l'eau dans les régions volcaniques, et émergences associées à une faille dont le débit est indépendant des précipitations atmosphériques. A la chimie spécifique s'ajoute la radio-activité,

3. mélange des eaux de deux origines, 1 et 2.

c1 - Constitution géologique de la Margeride

Le granite ancien de la Margeride est de type porphyroïde, à recristallisations. Le massif de la Margeride forme une pénéplaine à mornes croupes dont l'altitude va de 1150 à 1500 m. L'abaissement s'effectue par failles vers l'ouest. Il est injecté de filons de granulite en réseaux compliqués et de filons de quartz, ou de porphyrites

On trouve aussi des marnes et des calcaires "Tongriens", des calcaires à limnées. DUMAS E. cite au sein des granites l'existence de calcaire magnésien très blanc, cristallin, en filons, non digérés par le granite.

Un croquis géologique des environs du Mazel des Laubies est donné qui indique que le Rieillortet, affluent de la Truyère traverse les granites porphyroïdes en déblayant les arènes et les alluvions modernes.

c2 - Phénomènes "géogéniques"

On note de nombreuses fractures et filons de porphyre orientés NW-SE, de filons de quartz, et de microgranulite à compter du point 1121 jusqu'aux sources. Les eaux circulant dans les calcaires cristallins et dans les fissures du granite buttent sur un mur de microgranulite, pour sourdre en surface. Les diaclases, les cassures, les failles résultent du soulèvement alpin, suivi de l'effondrement du bassin de St-Alban et du Malzieu à l'Oligocène. Les cassures sont orientées N-S, selon lesquelles se situent les venues d'eaux minérales ou thermominérales jalonnant les Laubies. Les éruptions volcaniques sont à l'origine des épanchements de basalte, associées à des venues de CO_2.

c3 - Constitution minéralogique des roches

Le granite porphyroïde contient des minéraux d'orthose maclés Carlsbad volumineux, pouvant atteindre 10 cm, des micas noirs et des paillettes de micas blancs, du quartz, de l'oligoclase en petits grains, de l'apatite et du zircon. Ce granite est affecté de fractures et de cassures à l'origine d'arènes grossières, de blocs arrondis, isolés, entassés (rochers branlants). Les filons de microgranulite et de porphyrite quartzifère à quartz bipyramidés se mettent en place dans des

dykes avec des micas blancs et de la tourmaline, de la silice, du magnésium, oxydes de fer, lithium, phosphates, manganèse, chlorures, fluor, baryum.
Tous ces éléments sont retrouvés sous formes dissoutes dans les eaux souterraines en plus ou moins grandes quantités.

d - Analyses physiques et chimiques

*** Le débit** des deux sources est très faible :

- les Sources Hautes donnent 12 l/h, avec des dégagements de quelques bulles de CO_2 dans le bassin de réception

- les Sources Basses donnent un débit de l'ordre de 10 l/h.

La période d'intermittence est de 1 à 2 minutes, la durée du également gazeux est de quelques secondes, le gaz peut également venir d'autres fissures

*** La température des eaux :**

- pour les Sources Hautes est de 5,4°C pour les maximales et de 4,2 °C pour les minimales,

- pour les Sources Basses est de 5,2°C pour les maximales et de 4,2 °C pour les minimales, les densités respectives sont de 1003,3 et de 1003,8. La température des eaux superficielles est de 10°C.

Ce sont des eaux froides, sans odeur, qui changent la couleur du vin en teinte violacée. Pour les Sources Hautes, on observe des débris blanchâtres d'algues associés aux bulles gazeuses. Les eaux sont jaunâtres et troubles, en fonction de l'alumine en suspension et des hydrates de fer. L'eau est piquante et acidulée. Pour les Sources Basses, les eaux sont plus limpides, sans bulles, moins acidulées, onctueuses au toucher (sels alcalins et débris d'algues).

L'indice de réfraction à 18°C, fonction de la minéralisation, au réfractomètre de ABBE est de 1,307 pour les Sources Hautes et de 1,325 pour le Sources Basses. La résistivité électrique des Sources Hautes est de 350 Ω.cm ± 15 et de 278 Ω.cm ± 12 pour les Sources Basses. Les pH respectifs sont de 6,3 et de 6,8 alors que la radioactivité (Radon) est de 0,46 et de 0,34 mm/cm.

Les résultats des analyses chimiques sont les suivants (3 analyses effectuées à des époques différentes, le 15.12.1931, les 10.03 et 18.05 1932), les chiffres moyens sont donnés en mg/l :

	Source Haute	**Source Basse**		**Source Haute**	**Source Basse**
NO_2	0	-	**alcalinité**	2200	2740
NH_4	0	-	**Rés. sec 110°C**	2785	3540
MO	1,98	1,82	**Cl**	58,5	70,2
TH	94	96	**Cl**	*(35,5)*	*(42,6)*
CO_2	1562	1832	**SiO_2**	34	40
Na	470	572	**H_2SO_4**	24,7	-
NaOH	633	-	**K**	19	-
CaOH	218,8	218,05	**Mg**	97,3	141,4
Fe_2O_3	6	6			

Tableau 10 - Analyses des sources Haute et Basses du MAZEL DES LAUBIES (1931 - 1932)

Ils expliquent les origines des éléments de la minéralisation des eaux, le CO_2 étant d'origine volcanique. Le sodium est un élément très abondant, emprunté sous forme de carbonates aux roches. La quantité de chaux surabondante ne peut s'expliquer que par un lessivage d'un filon de "calcaire cristallin", la magnésie provenant alors des mêmes calcaires.

Le fer et le manganèse sont naturellement très présents, l'alumine est abondante dans les roches et la silice est libérée par action du CO_2 sur les silicates. Le chlore provient de la faible proportion de chlorures de sodium que renferment les roches cristallines, les phosphates venant de l'apatite et le bore des tourmalines (borosilicates).

Le CO_2 a pour une partie une origine biogénique, ou une origine aérienne, entraîné lors de l'infiltration des eaux; la plus grande partie de ce gaz est certainement d'origine volcanique. C'est ce gaz qui attaque les silicates alcalins des granites pour donner des carbonates et des bicarbonates de soude.

En conclusion **les eaux minérales du Mazel des Laubies sont ferro-bicarbonatées mixtes, avec une proéminence de bicarbonate de sodium, de chaux et de magnésie** (Sources Basses). Les eaux des Sources Hautes sont gazeuses. Ce sont des eaux froides, hypotoniques, elles sont toutes deux bactériologiquement très pures.

Les quatre facteurs qui permettent selon M. BONJEAN de caractériser les eaux minérales sont l'alcalimétrie, les chlorures, les nitrates et le degré hydrotimétrique auquel on ajoute s'il y a des incertitudes les sulfates.

		Source Haute	Source Basse
Alcalimétrie totale	en CO_3Ca	2200	2740
	en CO_3Na_2	2353,2	2904,4
	en CO_3NaH	3729,6	4603,2
Chlorures	en Cl	35,5	42,6
	en ClNa	58,5	70,2
Nitrates	en NO_3	0	0
Dureté totale	TH	94	96
	TH permanent	30	32

Tableau 11 - Typologie des sources Haute et Basses du MAZEL DES LAUBIES (M. Bonjean)

Aux caractéristiques des eaux s'ajoute à l'altitude de 1050 m, le climat bénéfique et favorable avec l'ultra-violet de l'air. Les eaux d'AEP des Mazels sont quant à elles captées depuis 1911. Ce sont les sources de LAS CHAMS situées à 100 m au Nord du village (altitude de 1150 m). Elles sont très peu minéralisées, leur débit est de 200 à 250 l/h, la température est de 8°C, le résidu sec est de 48 mg/l.

e - En conclusion

La Source Haute donne une eau gazeuse excellente comme eau de table l'été, ferrugineuse, par conséquent souveraine contre l'anémie.

La Source Basse est utilisée au printemps et en automne pour ses qualités laxatives et légèrement dépuratives. C'est à l'ensemble des éléments contenus dans ces solutions minérales qu'on doit attribuer leurs propriétés thérapeutiques, la radioactivité de ces eaux se rajoutant. Ces eaux bues aux sources doivent être plus efficaces qu'après leur transport.

Il est noté le mauvais état dans lequel se trouvent ces sources, les captages sont sommaires, les dalles de granite protègent bien les eaux contre les souillures extérieures, mais non absolument des infiltrations des eaux de pluie.

Des travaux d'amélioration des captages seraient à effectuer afin de mieux capter les deux filons qui donnent naissance aux deux sources et aux émergences voisines, par des constructions mieux comprises et absolument étanches.

Sources HAUTES et BASSES du Mazel des Laubies - Commune des LAUBIES

Lors de notre visite du 8 avril 1998,
après avoir pris la clé du captage au village du Malzieu (Mme PREJET), les deux Sources Hautes ont été retrouvées à 800 m du hameau en direction de Vidalès, après le rocher de la Pinche (*Photo 15*). Les deux sources distantes de 3 à 4 m l'une de l'autre se trouvent en rive

droite et en bordure immédiate du ruisseau, incluses toutes deux dans un bâti granitique fermé par une porte en fer de 1 x 1 m (*Photo 16*). Elles appartiennent à un particulier.

Dans un secteur vallonné, le contexte géologique comprend des boules de granites porphyroïdes "à dents de cheval". Une plate-forme a été aménagée à proximité avec un banc.

La Source de la FONTAINE HAUTE avec la porte fermée à clé montre un plan d'eau rouge, typique des eaux fortement ferrugineuses. Le débit n'est pas mesurable, on note des remontées de bulles au centre. Dans l'autre captage, à la porte ouverte, l'eau est croupissante, également de couleur rouille. Les températures et conductivités mesurées in-situ sont les suivantes :

- **5,2°C et C= 3,59 mS/cm pour la source fermée,**
- 5°C et C= 3,25 mS/cm pour celle à la porte ouverte.

Ce jour là, les Sources Basses "Communales" n'ont pas été retrouvées. L'eau du ruisseau voisin était à 5,8°C et sa conductivité à 51,3 µS/cm.

Le 17 juin 1998, les FONTAINES BASSES retrouvées se répartissent sur une quinzaine de mètres en rive gauche du ruisseau, à 150 m en aval des Sources Hautes dans un secteur marécageux, sans écoulement (*Photo 17*). (Coordonnées X = 688,45 Y= 3267,77 Z#1107 m).

Les valeurs mesurées sont respectivement d'aval en amont :
- T = 12,8°C et C = 1,25 mS/cm,
- T = 12,8°C et C = 1,34 mS/cm,
- T = 8,2°C et C = 3,85 mS/cm.

L'eau du ruisseau en amont des sources était à T = 12,9°C et C = 52 µS/cm.

Dans l'environnement de ces sources minéralisées, à 200 m en amont et issue des arènes granitiques en bordure de la route, on avait une source dont le débit était de 130 l/h, la température de 6,5°C et la conductivité de 59,2 µS/cm; la fontaine du hameau du Malzieu avait des caractéristiques semblables avec T = 6,2°C et C = 49,7 µS/cm, et un débit de 900 l/h..

L'eau de la FONTAINE HAUTE a été prélevée le 14 octobre 1998. Ses caractéristiques mesurées ce jour-là sont les suivantes :

T = 8,8°C C= 3,57 mS/cm pH = 6,36 Eh = 223 mV,
le débit de sortie du captage est nul (?), par contre on note un important dégagement de CO_2.

Les coordonnés géographiques de la FONTAINE HAUTE repérées sur la carte IGN 2637E de Saint-Amans sont :

X = 688,48 Y = 3267,83 Z # 1112 m
feuille de St-Chély-d'Apcher, **n° 838.7X.**

La source de RUILLES sur la commune des Laubies est située à 600 m au sud des sources hautes du Mazel des Laubies en direction des sources du Ranc sur St-Amans, à 2500 m plus au Sud.

Ses coordonnées géographiques repérées sur la carte IGN n° 2637E de St-Amans sont les suivantes:

X = 688,37 Y = 3267,24 Z # 1095 m,
appartenant à la feuille de St-Chély-d'Apcher **n° 838.7X.**

C'est une source qui apparaît en haut de versant, à la naissance d'un petit ruisseau et sous un champ. Elle est issue des granites macrogrenus et des arènes granitiques.

Lors de la visite du site, le 17 août 1998, et malgré la localisation favorable dans l'axe allant des sources du Mazel à celles du Ranc, les mesures effectuées confirment cette origine superficielle avec :

T = 16,3°C C = 53,7 µS/cm pH = 6,41.

Références :

Agent-Voyer, FABRE, 1862 : Note sur les eaux minérales du MAZEL dans la commune des Laubies. Canton de St-Amans (*AD 4T43*)

Archives Départementales : *AD M 12 397; 2O 836; PER 4, 1876*

POUVY J., 1932 : Les eaux minérales du MAZEL des LAUBIES (Lozère). *Thèse Université de Montpellier, n°216, Faculté de Pharmacie*

Source de la Chapelle de SAINT-FEREOL - Commune de Rieutort-de-Randon

On accède à la Chapelle de St-Féréol en passant au-dessous du barrage de Grandval, puis en prenant sur 1200 m le chemin forestier situé en face de la Maison Forestière en direction de l'ouest. A 20 m au NW de la chapelle, sous un calvaire, un tuyau coule au goutte à goutte, l'eau venant des granites affleurants (*Photo 18*).

Les granites sont de type porphyroïdes à feldspaths en phénocristaux de 3 à 8 cm de long orientés selon la fluidalité du magma granitique. On y note des diaclases orientées à N125 et à N180 dominantes.

Les coordonnées géographiques de **la source de SAINT-FEREOL** repérées sur la carte IGN de Mende n° 2638E sont :

X = 695,72 Y = 3259,53 Z # 1392 m
appartenant à la feuille de MENDE **n° 862.4X.**

Les caractéristiques de l'eau mesurées le 14.10.98 sont les suivantes :

T = 12,5°C C= 30,5 µS/cm pH = 7,63 Eh = 408 mV

Ces eaux sont très peu minéralisées, en liaison avec la petite superficie du bassin d'alimentation, qui est à l'origine aussi de la faiblesse du débit, pouvant aller jusqu'au tarissement comme c'est le cas en fin de période d'étiage.

Ces eaux sont réputées soigner l'eczéma et la teigne.

Source du POUS BOULIDOU - Commune de Rieutort-de-Randon

En rive gauche de la Colagne, ***sous le plan d'eau du barrage de CHARPAL*** qui dessert en AEP la ville de Mende, on nous a signalé une source (ou un puits ?) :

le POUS BOULIDOU,

qui présenterait des eaux légèrement tièdes ou chaudes, et ferrugineuses.

Lors d'une vidange du lac, cette source n'aurait pas été retrouvée.

Les sources du RANC - Commune de SAINT-AMANS

Dans la notice de la carte géologique de CHAUDES-AIGUES à 1/50 000 (n° 838), il est indiqué la présence de sources minérales, bicarbonatées sodiques, froides, qui existent en deux endroits au voisinage de la faille occidentale du horst qui affecte le granite porphyroïde : **les sources du Ranc, et les sources du Mazel des Laubies.**

"Les sources du RANC comprennent deux sources d'un débit insignifiant. Elles sont séparées par une distance de 5 m, selon une direction à N 170° E".

Visite de ces sources le 8 avril 1998 avec Mme PIC, propriétaire de la ferme.

Les sources minérales du RANC sont au nombre de trois : A, B, et C. Elles sont situées au bas d'un pré, à 350 m sous la ferme, avant d'arriver à un bois de pins. Espacées de 8 à 10 m, elles sont aménagées avec des captages ou abris en dalles de granite initialement fermés au droit des griffons par des portes en fer de 0,80 x 0,70 m. Le bassin ou "puits intérieur parait circulaire, d'un diamètre de l'ordre de 1 m. Elles ne sont pratiquement plus entretenues depuis très longtemps.

Le substratum est granitique, ce sont des granites porphyroïdes à dents de cheval.

La localisation de ces sources, pour lesquelles nous ne retiendrons qu'une seule coordonnée géographique a été repérée sur la carte IGN 2637 E Saint-Amans, avec :

X = 688,26 Y = 3264,74 Z # 1080 m,
sur la feuille de St-CHELY-d'APCHER, **n° 838.7X.**

L'intérieur du premier captage (ouest) est représenté par un puits circulaire de 1 m de diamètre, profond de 0,70 m, avec l'eau affleurante à sa surface, mais qui ne présente pratiquement pas d'écoulement.

Les eaux sont bicarbonatées sodiques, ferrugineuses, elles seraient aussi gazeuses (?).

Ces eaux sont très froides, leur température est de 5,2 et 5,6°C pour les sources Est et Ouest, qui présentent des conductivités respectives de 3,85 et de 2,19 ms/cm, qui confirment leur forte minéralisation. Le captage situé au centre est fermé.

Une autre source est captée à 20 m en amont (au bas du pré), pour l'abreuvement des animaux. Sa température est de 6,6°C (et donc également froide), sa conductivité comprise entre 80 et 91 µS/cm et son débit d'environ 1 m^3/h. On y note le développement de cresson.

Lors de notre deuxième visite en date du 14 octobre 1998, considérant du Nord au Sud les sources A B et C (source C détruite) localisées à environ 350 m à N35 de la ferme, et à une dizaine de mètres au Nord du ruisseau orienté vers l'ENE, nous avons effectué les observations suivantes :

- **la source du RANC A** possède une porte en fer obturant le bâti en pierres granitiques massif qui protège l'accès au puits. L'eau a **une température de 8,8°C, une conductivité de 1358 µS/cm, un pH de 7,25 et un Eh de 368 mV.** Il n'y a pas de débit visible;

- **la source du RANC B**, au centre, à 6 m au sud de la source A, a fait l'objet d'un prélèvement complet pour analyses. Ses caractéristiques sont : **T = 9,1°C, C = 4,30 mS/cm, pH = 6,79 et Eh = 355 mV.** Il n'y a pas non plus de débit visible, ***par contre on note la présence et le dégagement de CO_2.***

Il est à noter le stockage de fumiers de la ferme en amont, avec des lessivats associés, et le déversement dans le pré qui surplombe les sources d'une fosse à purin, également située à l'arrière de la ferme.

Au cours du mois de mai 1991, le Professeur Gil MICHARD de ***l'Université de PARIS 7 & IPGP,*** et Mlle Nathalie GASSAMA, étudiante en thèse, ont procédé à un prélèvement sur les eaux des sources minérales appelées RANC A et B. Les objectifs de cette thèse de 3° cycle étaient d'étudier le comportement du Cobalt et du Nickel en infra-traces dans le granite de la Margeride, dans les eaux de sources riches en CO_2 (minérales), et dans les "mouillères" et eaux de surface.

(NOTA : une autre thèse de 3° cycle d'Annie CRIAUD soutenue en 1983 dans le même Laboratoire, porte sur les phénomènes d'oxydo-réduction et métaux en traces dans les eaux minérales carbogazeuses du Massif-Central).

Les résultats des deux analyses effectuées par le Laboratoire de Géochimie des Eaux sont récapitulés dans le tableau suivant, les concentrations des éléments sont données en mg/l, en µg/l (microgrammes par litre) et en ng/l (en nanogrammes par litre) pour les éléments les moins concentrés :

	Temp. (°C)	pH	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)
Le RANC A	6.9	7.13	575.0	688.2	39.5	26.3	30.7	-	61.0
Le RANC B	6.9	6.71	924.6	110.7	61.3	39.9	53.8	120.1	302.7
Le RANC surface	-	-	3.98	2.44	3.9	1.0	13.0	2.8	1.1
	Ni (ng/l)	**Co (mg/l)**	**Cd (ng/l)**	**SO_4 (ng/l)**	**Cl (mg/l)**	**PO_4 (µg/l)**	**F (mg/l)**	**NO_3 (mg/l)**	
Le RANC A	299.4	3.5	56.2	22.1	35.8	20.4	2.4	1.7	
Le RANC B	140.9	8.8	<11.2	24.0	46.4	19.0	4.4	1.9	
Le RANC surface	140.9	<0.6	<11.2	4.5	3.2	119.7	<0.02	6.6	

Tableau 12 - Analyses des eaux des trois sources du RANC A, B et C (N. Gassama, 1991)

La source du RANC B dont nous avons fait réaliser une analyse d'eau complète est la plus nettement minéralisée, et un peu plus acide que la source A qui est légèrement basique. La source B est aussi particulièrement riche en sodium et en manganèse, alors que sa teneur en potassium est 6 fois plus faible que celle de la source A.

Références :

CRIAUD A., 1983 : Phénomènes d'oxydo-réduction et métaux en traces dans les eaux minérales carbogazeuses du Massif-Central. Thèse de 3ème cycle, Univ. Paris VII.

GASSAMA N., 1993 : Comportement du nickel et du cobalt dans des eaux au cours de leur évolution vers l'équilibre eau-roche (Zones granitiques). Thèse de Doctorat de Géochimie fondamentale. Univ. de Paris VII.

XXX , 1801 : Le ROC de St-AMANS, in doc. *8°1447/AD48*, Préfet JERPHANION.

XXX , 1856 : Eaux du RANC (Commune de St-Amans) ferrugineuses et gazeuses (in doc. *AD A9/A10, 2O 1302, et M 12 399*).

Source de SAINT-MÊEN - Commune de St-Léger-du-Malzieu. *in CROZET R., 1995*

"Mais Saint-Mêen n'a pas qu'une source à son palmarès, (*voir Grandrieu, ..., voir Couffouleux, près de Camarès, ..., voir les sources de St-Mêen-le-Grand en Normandie et la Fontaine de St-Mêen à Saint-Mère-Eglise)* passant à Saint-Léger-du-Malzieu, je rencontrais l'abbé Viala, qui me montra une autre source miraculeuse, juste en face de sa cure, une source située sous une colonnette portant une statue et l'inscription : **SAINT-MÊEN."**

Le Saint et sa source guérissent principalement les enfants de la gourme ou si vous préférez de la teigne; on doit faire le signe de la croix, une prière à son intention et puis on lave l'enfant avec l'eau de la fontaine. Il peut même y avoir plusieurs séances de lavage,..., Il faut laver son eczéma au moins trois fois, si ça ne passe pas dans les huit jours, il faut recommencer les séances sur un ou deux mois."

"L'abbé Viala me fit remarquer que cette source jaillissait curieusement sur une hauteur isolée et qu'elle devait donc venir d'assez loin, sauf en période de sécheresse exceptionnelle son niveau est toujours égal, malgré le modeste volume du bac à eau. Une fois, un incendie prit à la cure, on puisa l'eau nécessaire à l'éteindre dans ce petit bac qui aurait dû se vider au bout de trois ou quatre seaux seulement. En fait l'eau monta en quantité suffisante pour que l'incendie put être circonscrit. Etait-ce là le miracle du Saint ? qui sait !

En vérité SAINT-MÊEN semble préférer son oratoire de Grandrieu ...."

Source de SAINT-MÊEN - Commune de St-Léger-du-Malzieu

La Fontaine ou **Source de SAINT-MÊEN** se trouve en un point topographique élevé de la commune de St-Léger du Malzieu, face à la cure. Elle est à gauche de la rue qui monte à l'église, et se trouve sous la statue de Saint Mêen, fermée par une porte en bois de 0,50 x 0,60m (*Photo 19*).

Ses coordonnées géographiques repérées sur la carte IGN sont :

X = 676,83 Y = 3287,85 Z # 842 m,
de la feuille de Saugues **n° 814.5X.**

Sur la carte topographique n° 2636O du Malzieu-Ville, on accède à cette source par la route départementale D.75 en traversant le pont pour passer en rive droite de la Truyère. La rive droite est marquée par des affleurements de granites grenus, leucocrates.

La source se trouve en contrebas de 0,30 m du bitume de la rue. Le captage est représenté par une vasque de 0,80 x 0,70 m profonde de 0,60 m, les eaux de surface venant de la route peuvent d'ailleurs y pénétrer lors des pluies. Les caractéristiques de l'eau sont les suivantes :

T = 11,8°C C = 371 µS/cm pH = 7,12 Eh = 286 mV.

Comme pour la source la chapelle de St-Mêen à Grandrieu, cette source serait indiquée pour les maladies de la peau. Sa minéralisation est ici beaucoup plus élevée.

Source de FOUON SAGADO, sous la Porte des FEES - Commune de SAINT-PIERRE-LE-VIEUX

En rive gauche de la Truyère, à 1500 m au NW du Malzieu-Ville, au droit mais en contrebas de l'église de St-Pierre-le-Vieux, et en face du hameau de Verdezun, on note sur la carte géologique de Saugues (n°814) et sur la carte IGN 814.5 à 1/25 000° **deux émergences situées côte à côte qualifiées "d'eaux minérales".** Elles se trouvent sous la ligne électrique qui traverse ici la Truyère.

Ce seraient des sources sans caractère organoleptique particulier, avec pour origine les leucogranites à muscovite. Elles sont situées **à l'est d'une faille Nord-Sud très importante, et sur la bordure ouest du demi-graben du Malzieu.**

Lors de notre visite du 15 octobre 1998, à l'aide du plan d'accès du panneau explicatif situé sur le plateau, nous avons retrouvé une seule source : **la source de FOUON SAGADO**, en contrebas de la porte des Fées et de l'église Romane de St-Pierre-le-Vieux (*Photo 20*). Le village de St-Pierre a complètement disparu suite à une épidémie de peste. Comme son nom l'indique en patois (*sic*) **cette source ferrugineuse est légèrement salée.**

Les résultats de l'analyse multi-élémentaire indiquent **une teneur en arsenic supérieure à la concentration maximale admise pour les eaux potables.**

Ses coordonnées géographiques ont les suivantes :

X = 677,48 Y = 3285,43 Z # 845 m,
repérées sur la carte IGN n° 2537E de Faverolles, feuille **n° 814.5X.**

La source retrouvée est masquée par des fougères. Les mesures effectuées in-situ sont :

T = 11,2°C C = 374 µS/cm pH = 6,87 Eh = 88 à 106 mV.

Son débit est faible, il était de l'ordre de 50 l/h. Elle apparaît à la base de blocs de granites porphyroïdes, elle n'est ni pétillante, ni acidulée, on note cependant la présence de dégagements gazeux du fait du plan d'eau stagnant envahi de lentilles, de mousses et d'algues (gaz des marais ?). Elle forme une vasque de 0,70 m de large et de 0,30 m de haut, profonde de 0,25 m, à 8 m en retrait et en rive gauche de la Truyère qu'elle domine de 1,50 m. La vasque présente des dépôts rougeâtres.

Sur les affleurements en secteur amont, les granites porphyroïdes sont affectés de failles à N340 avec un pendage de 70° vers l'ouest, et de diaclases selon la direction de N50 avec un pendage de 80° vers le nord.

Références :

XXX , 1856 : Eaux de St-Pierre le Vieux, ferrugineuses + H_2S ? (doc. A10)

Sainte-Thècle : Commune de St-Bonnet de Chirac - 48100 - Marvejols, *in CROZET R., 1995*

"De St-Andéol à St-Bonnet de Chirac, il n'y a guère que quatre lieues à faire au Sud pour trouver **la source de Sainte-Thècle**. Là encore les vestiges druidiques ne manquent pas.

"Mais avant tout, Sainte-Thècle", m'a assuré Mlle B., "est **la Fontaine des yeux**.

J'ai toujours chez moi un litre d'eau de Sainte-Thècle". Il y a peut-être une explication : cette fontaine coule en contrebas d'un terrain où l'on trouvait autrefois du charbon. L'eau en recueille peut-être les vertus !"

Nota : cette source n'a pas été recherchée.

Pour le canton du MALZIEU,

sur la commune de SAINT-PRIVAT du FAU, il a été envisagé la possibilité de créer une unité d'embouteillage "d'eau de source" **soit sur la source d'AEP du village, soit sur les sources n°1 et n°2 de MONTGRAND**. L'identification plus précise de ces sources dans le Massif de la Margeride passe par des contrôles préalables des températures, des débits en hautes et en basses eaux, et par des analyses physico-chimiques spécifiques portant sur l'intérêt lié à la minéralisation ou, s'il y a lieu, à la qualité "remarquable" de ces eaux.

Sur la feuille voisine de CAYRES (carte géologique n°815),

et beaucoup plus à l'Est, on rappelle l'existence de ***deux griffons de sources minérales froides, dont la température est de 10 à 14°C :***

- celui **de MONTBEL**, avec une eau bicarbonatée mixte, qui a donné lieu à une exploitation actuellement abandonnée,

- celui **du MAS de BONNEFONT** en Haute-Loire, dans la vallée de la Loire en rive droite, au voisinage de Rozières. Elle est issue du granite à biotite et à cordiérite du Velay.

5.1.3 - Les sources du CANTAL et de la HAUTE-LOIRE

Les sources voisines du CANTAL

Dans un inventaire sur les sources thermales et minérales du CANTAL établi par DE RIBIER DU CHATELET en 1853, **103 sources étaient citées, réparties sur 59 communes différentes.**

Postérieurement à la thèse de 3ème cycle de B. HENOU soutenue le 26 octobre 1973 sur le cadre géologique des sources thermales et minérales du département du Cantal, un inventaire a été établi par ce même auteur pour le compte du BRGM et à la demande du Conseil Général du Cantal. Ce recensement représente un annexe à sa thèse.

Chaque source y est reprise avec tous les renseignements s'y rapportant connus à ce jour, sur la base de 52 sources retenues pour le Cantal, complétées par 4 sources de la Haute-Loire, par 3 sources de l'Aveyron et par 2 sources de la Lozère. La fiche établie pour chacune des sources comprend 35 rubriques rappelées à la page suivante.

Il apparaît que les sources sont associées :

- à la tectonique,

- au volcanisme,

- à la lithologie des roches du socle et de la couverture.

La plupart des sources thermales "chaudes" ou les plus minéralisées sont localisées sur le socle gneissique et micaschisteux, les basaltes donnent naissance à des sources bicarbonatées sodiques.

Le bassin d'effondrement du Malzieu est associé à des cassures et rempli de sédiments détritiques tertiaires oligocènes et miocènes, mais ne constitue pas un aquifère intéressant.

Aux fractures du socle sont liés les processus volcaniques de type basaltiques qui se sont déroulés entre 21 et 3,8 MA. Y sont notés trois types de manifestations actuelles ou récentes :

- les fumerolles représentant des émanations de vapeurs et d'autres gaz,
- les geysers correspondant à des émissions intermittentes d'eau et de gaz,
- les mofettes étant des dégagements gazeux visibles par temps froid et lors des épisodes neigeux.

En dehors de CHAUDES-AIGUES, on note de faibles débits, qui ne permettent pas, "à priori", d'envisager des exploitations rentables et durables.

FICHE - TYPE D'IDENTIFICATION DES SOURCES DU CANTAL

1 - Nom
N° correspondant à la carte au 1/200 000
Indice de classement national
2 - Synonyme
3 - Commune
4 - Canton
5 - Arrondissement
6 - Département
7 - Propriétaire
8- Bassin hydrographique
9 - Sous-bassin
10 - Cours d'eau le plus proche de la source
11 - Carte Michelin - Numéro et pli
12- Feuille I.G.N. - Nom et numéro
13 - Type de la carte
14 - Source située ou non sur la feuille I.G.N. topographique
15 - Coordonnées X - Y - Z
16 - Accès à la source à partir du canton
17 - Position de la source vis à vis du ruisseau :
* distance au ruisseau
* niveau de la source par rapport au ruisseau
18 - Emergence localisée ou diffuse : longueur de la zone diffuse
19 - Présence de bulles de gaz au griffon
20 - Présence de bulles de gaz dans le ruisseau
21 - Présence de travertins : longueur, épaisseur
22 - Présence de dépôt d'oxyde ferrique
23 - Griffon visible ou non
24 - Carte géologique, numéro et échelle
25 - Source située sur la carte géol. et décrite dans la notice : édition
26 - Terrain affleurant à la source
27 - Métallotecte : nature et échelle
28 - Température en °C
29 - Débit en l/min
30 - Résistivité en ohms.cm à 20°C
31 - pH
32 - Type chimique de l'eau
33 - Source captée :
type 1 = captage sommaire,
2 = inclus dans un abri,
3 = situé dans un bâtiment,
4 = établissement thermal à plusieurs pièces et étages
34 - Etat du captage :
a = disparu ou en ruines,
b = subsistant, désaffecté et non entretenu,
c = en bon état mais non utilisé,
d = en exploitation
35 - Utilisation : ancienne - actuelle
36 - Bibliographie

Notice de la feuille de CHAUDES-AIGUES Carte géologique à 1/50 000°, n°813

Les eaux thermales et minérales citées sur la feuille de Chaudes-Aigues à 1/50 000° (édition de 1991), sont les suivantes d'ouest en est :

- **la source de Sainte-Marie**, à une dizaine de km à l'ouest de Chaudes-Aigues,
- **la source de Chaudes-Aigues** (source du Par) déjà citée,
- **la source de Magnac**, sur le Bès, à 1 km au nord du hameau de Laval,
- **la source de Montchanson**, autrefois embouteillée, (Autorisation Ministérielle accordée en 1890, mais perte de l'agrément en 1958),
- **la source de Loubaresse**, *(de Fontsarrade)* sur un affluent de la Truyère,
- et **la source du Terran**, à 300 m en rive gauche de la Truyère.

Toutes ces sources sauf celle du Terran, sont difficilement accessibles, et aucune n'est à ce jour exploitée. Elles comportaient autrefois des buvettes.

Sauf pour Sainte-Marie, elles émergent toutes des gneiss à biotite et sillimanite de l'unité para-autochtone, non loin de la limite cartographique nord du granite de la Margeride, et sont spatialement associées à des champs filoniens de quartz, microgranite et porphyrite.

Ce sont des eaux carbo-gazeuses, de type bicarbonaté sodique, souvent froides, caractéristiques des eaux minérales d'Auvergne. Elles acquièrent leur minéralisation dans les formations granitiques ou métamorphiques, émergeant à la faveur d'accidents tectoniques : fractures, failles et filons.

Le gaz carbonique qui accompagne ces eaux a une origine profonde, volcanique ou magmatique, attestée par les débits importants de CO_2 et la composition isotopique du carbone du CO_2.

Sources dans le CANTAL extrait de CROZET R., 1995, pp. 69-72

SAINT-JUST - 15390 LOUBARESSE, *pp. 70-71*

"... L'eau brillait au fond d'un trou cylindrique creusé à flanc de roche comme un défi à toute logique. Peu aisée à atteindre je ne pus en prélever un dé que grâce à une petite boîte de pellicule 24 x 36 que j'y enfonçais avec deux doigts. L'eau était claire, parfaitement limpide, et fort plate de goût.

En fait, cette eau ne se boit pas. Une lettre du Docteur Jean Hermabessière, à FR3, vint à quelques temps de là éclairer ma lanterne : "Monsieur, vous m'avez fait plaisir en montrant à l'écran la **"Fontaine des yeux"**, située sur la propriété de famille Lamour (la framboise en patois), dans notre bois des Tuiles. Je m'y suis rendu bien souvent avec mon père et mon grand-père, tous deux médecins à Saint-Flour. Ils disaient que les propriétés de la Fontaine venaient de ce que les "gens" y jetaient des sous en cuivre et que le sulfate de cuivre était désinfectant ! Bravo, continuez à nous montrer le Cantal."

Je pose une question, ici, à laquelle à ce jour, aucune réponse ne m'a été donnée : " N'aurait-on pas jeté des pièces en guise d'ex-voto ? ..."

MONTCHANSON - 15390 LOUBARESSE, *pp. 69-70*

"Dans un site extraordinaire la vallée de la Truyère recèle aussi de bonnes sources oubliées. Oubliée, abandonnée, dans un fond de vallon j'en ai rencontré une qui eut son heure de gloire. Des pylônes de rouille égarés dans d'inaccessibles pentes envahies de ronces en témoignent encore. Montchanson avait son téléphérique pour monter les bouteilles, des bouteilles que l'on remplissait à raison de cinq à six cents par jour dans une fière construction; cette construction-là n'est plus que triste ruine où un petit filet d'eau qui sort encore d'un triste tube de cuivre fait un bien triste clapotis.

Ce fut une expédition. Nous avons bien marché une heure et plus pour atteindre le Bès tout près du cirque du Mallet et plus encore pour revenir par un chemin montant, sablonneux, malaisé. J'ai beaucoup admiré mon guide, il a réussi à me battre d'une longueur. Assis dans les ruines, il m'a conté l'histoire des **eaux de Montchanson.** "Il y a **la source "Ô! divine"**, qui est gazeuse et **la source "Saint-Jean"**. Elles contiennent du magnésium et du fer.

Elles ont été exploitées en 1890, abandonnées, reprises en 1923 par un nommé Vidal, puis exploitées par une société qui en 1924 avait passé un bail de dix-huit ans avec la commune; malheureusement tout a cessé en 1939 à cause de la guerre.

L'eau de Montchanson est bonne pour le foie et les reins. Mais c'était comme du champagne, si vous bouchiez tout de suite votre bouteille, ça pétait sec...., un Monsieur de St-Flour venait assez régulièrement en chercher. Pour descendre jusque là, il fallait vraiment qu'il la trouve bonne, croyez-moi !"

CHAUDES-AIGUES - 15110, *p. 71*

"... A Chaudes-Aigues naissent des eaux juvéniles les plus chaudes d'Europe. **La source du PAR,** la plus connue jaillit à 82° et donne quelque 300 litres à la minute. Si les eaux ne guérissent pas les maladies de poitrine comme Lecoq l'aurait souhaité, elles sont souveraines en matières de rhumatismes, bronchites, fractures, et blessures de guerre !

Ce n'est toujours pas moi qui l'affirme mais une éloquente affiche qui vante notre station comme un Carlsbad français. La preuve : "A la fin de la saison, les baigneurs guéris brûlent leurs béquilles", l'autodafé est sous nos yeux. Si vous voulez savoir les prix de la pension complète, traitement inclus, l'affiche nous indique : Première classe : 8 F par jour; deuxième classe : 5,50 F. C'était il faut bien le dire en 1900. Les choses depuis ont quelque peu changé."

SAINTE-MARIE, *p.72*

"... Passez la Truyère, prenez à droite sur Sainte-Marie; vous trouverez par là un magnifique belvédère ... - sise à droite en contrebas, - à gauche, sous le talus, vous verrez des bacs rouges du dépôt ferrugineux qu'abandonnent là **les sources Sainte-Marie.**

Elles guérissent encore les chloroses, les dyspepsies et vous refont, bien entendu, une nouvelle santé, à condition d'y penser."

Les sources de ROUVELET ou TREBOUL - Commune de Sainte-Marie (Cantal)

Ce sont **des eaux carbo-gazeuses froides, bicarbonatées sodiques,** légèrement chlorurée, comme l'ensemble des eaux minérales d'Auvergne. Elles acquièrent leur minéralisation dans les formations métamorphiques ou granitiques, elles émergent à la faveur d'accidents tectoniques : fractures, failles et filons de microgranite NE-SW et de quartz.

Le gaz carbonique accompagnant les eaux a une origine profonde - volcanique ou magmatique- , attestée par les débits importants de CO_2 et la composition isotopique du CO_2.

Les sources de SAINTE-MARIE sont issues du groupe leptyno-amphibolique (gneiss) à nombreux filons d'éclogites de l'unité allochtone. Cette unité géologique est discordante et chevauchante vers le SSE sur la série para-autochtone (micaschistes et gneiss) de Chaudes-Aigues, Montchanson et Loubaresse.

La localisation **des sources de SAINTE-MARIE** repérée sur carte IGN à 1500 m avant le pont de Tréboul, face à une colonie de vacances, donne les coordonnées suivantes :

X = 642.65 Y = 286.70 Z = 690 m,
de la feuille de Vic sur Cère. Elle porte le n° BSS : **812.8X.3.**

Le captage montre des dépôts de fer, l'eau est à la température de 12,4°C, sa résistivité est de 1200 ohms.cm, et le débit est de 2 l/min. L'utilisation ancienne était pour le soin des yeux. Une analyse partielle effectuée par DERIBIER en 1853 indique (en mg/l) :

Ca	21.16	Na	101.68				
Cl	49.60	HCO_3	262.56	SiO_2	40	-	-

La source de MAGNAC - Commune de FRIDEFONT (Cantal)

Cette source est située à 2700 m au SW de celle de Montchanson, sur la feuille de Chaudes-Aigues. Elle est épisodiquement recouverte par le plan d'eau du Bès associé au barrage de Grandval localisé sur la Truyère à 4500 m au NW (en aval). On accède à la **source de MAGNAC** en passant par le hameau du Pouget dont elle est distante de 1500 m vers le NE, elle se situe en rive gauche du Bès.

Le lieu-dit de Magnac correspond à une colline boisée localisée côté Cantal, et l'émergence temporairement recouverte par le plan d'eau du barrage n'est plus visible qu'en moyennes et en basses eaux. Localisée sur la commune de Fridefont (Cantal), elle se trouve à 900 m au NNE du village de Laval qui appartient, côté Lozère, à la commune d'Albaret-le-Comtal.

La source de MAGNAC repérée sur la carte IGN de Faverolles n° 2536E a pour coordonnées :

X = 661,23 Y = 3288,45 Z # 740 m,
elle appartient à la feuille de Chaudes-Aigues, son n° BSS est : **813.7X.1**

Pour son contexte géologique, la source de MAGNAC apparaît au sein des gneiss, liée à une faille NE-SW et à un filon de granite orienté nord-sud, qui se développe en rive gauche du Bès sur 150 m de long. Des bulles gazeuses ont pu être observées au contact avec le filon. Cette source a été antérieurement captée, une buvette y était aménagée.

Comme celles de Chaudes-Aigues à 10 km à l'WSW, de Laval au SSW, puis vers le NE de Montchanson, de Loubaresse (Clavières-d'Oultre), du Terran, de Christine (Moulin de Paladines), et enfin de Jenny (commune de Chaulhac en Lozère), elle appartient à un même grand ensemble orienté SW-NE. Il s'agit de gneiss à biotite et sillimanite et de micaschistes (séries paradérivées autochtones) affectés sur une largeur de 1 à 2 km par le métamorphisme de contact au NW des granites de la Margeride. Cette auréole au sein de laquelle se localisent toutes les émergences principales dont celle de la source du PAR, la plus chaude d'Europe avec l'eau à 82°C, est liée à la mise en place des granites.

La source de MONTCHANSON - Commune de FAVEROLLES (Cantal)

Cette source se situe dans les formations gneissiques à 900 m en contrebas du village de Montchanson, et à 1 km en retrait du Bès sur un de ses affluents de la rive droite : le ruisseau de Rieubain. Les structure du gneiss sont orientées entre N40 et N160. Il s'agit d'une eau bicarbonatée sodique, carbo-gazeuse, autrefois embouteillée (*Cf sources de Magnac dans le Cantal, et de Laval en Lozère, dans le même contexte géologique et structural*).

La source de MONTCHANSON se trouve juste au-dessus du plan d'eau du barrage de Grandval. Il existe encore des pylônes qui servaient à la remontée des eaux embouteillées jusqu'au village. L'ancienne usine d'embouteillage à la sortie Nord de Montchanson, après l'église, correspondrait en fait à l'unité de stockage des bouteilles et de conditionnement avant expédition. La source de Montchanson serait encore appelée "FONT SARRADE (ou Fontaine Salée), elle est pétillante.

La source de MONTCHANSON sur la commune de FAVEROLLES (Cantal) a été examinée dans le cadre du "Programme spécial Massif Central en juillet 1978". Anciennement autorisée comme Eau Minérale : A.M. du 26 août 1890, l'autorisation a été révoquée par A.M. du 11 mars 1958. Un projet de relance de l'exploitation avait été examiné, un accès avait été aménagé et les captages dégagés en mars 1978. Il y a deux sources localisées à 1 km à l'WSW de Montchanson:

- **la source ODIVINE** (ou Ô DIVINE ou source de MONTCHANSON)

- **et la source SAINT-JEAN,** source annexe voisine, ou émergence satellite, captée sommairement à 50 m vers le nord, et un peu plus haut.
  dont ***le débit cumulé en juillet 1978 était de 4,85 l/min soit environ 300 l/h.***

" .. Sur la base de ce débit à l'émergence, le projet d'exploitation commerciale paraissait irréaliste, bien que la qualité de l'eau était identique à celle à l'origine. Seul était retenu l'atout touristique possible après aménagement du captage pour mise à disposition du public."

Cette source se situe à 15 km au Sud de Saint-Flour et à moins de 100 m de l'extrémité Nord du département de la Lozère, au point de coordonnées suivantes :

X = 663,67 Y = 3289,58 Z # 760 m,
repérées sur la carte IGN n° 2536E de Faverolles (ruines), et appartenant à la feuille de Chaudes-Aigues, avec le n° BSS : **813.7X.2**

On y accède depuis Montchanson par un chemin difficile, à travers bois, jusqu'en rive droite du ruisseau de Rieubain, qui rejoint le Bès en rive droite, en arrivant pratiquement au plan d'eau du barrage de Grandval sur la Truyère : à 100 m en amont, et à 20 m au-dessus du plan d'eau, au terminus du téléphérique.

En bas se situaient les captages et l'embouteillage, et à la sortie du village on avait l'unité de stockage et d'expédition des bouteilles qui étaient remontées sur le plateau par un téléphérique (ou une télébenne). Le téléphérique réalisé en 1924 avait une longueur de 800 m et une dénivelée de 300 m.

La production d'eaux de MONTCHANSON **"embouteillées à la source" était de 300 000 bouteilles en 1924**. La source ODIVINE était commercialisée par la S.A. des Eaux Minérales de MONTCHANSON. La rentabilité de cette unité se situant entre 800 000 et 1 M de bouteilles/an, a conduit à **l'arrêt définitif de l'exploitation en 1939,** à la veille de la guerre.

L'autorisation d'exploitation comme Eau Minérale était donnée par Arrêté Ministériel du 26 août 1890, sans limitation de durée. Cette autorisation a été révoquée du fait de l'abandon des installations et de la cessation des contrôles réglementaires par A.M. du 11 mars 1958. **Ce sont des sources froides, carbo-gazeuses, "pétillantes" au goût, avec des dépôts d'hydroxyde de fer.**

Dans un rapport du Service des Mines du 12 novembre 1932 et dans les statistiques détaillées des sources minérales exploitées et autorisées au 31 décembre 1951, il est indiqué les mesures suivantes :

Débit = 18 l/min **T = 12°C** et 11,5°C **résistivité = 500** et 510 **ohms.cm**

L'analyse de référence faite par le bureau d'essais de l'Ecole des Mines de Paris le 23 juin 1890 est comparable à celle de LORMAND C. **du 25 avril 1924 et qui figure sur les étiquettes :**

Source Laboratoire et date	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Li	NH_4	Total cations (mé/l)
ODIVINE **Mines - 1890**	49.80	32.24	373.75	79.56	0.56	-	2.45	-	23.55
ODIVINE **LORMAND - 1924** *15 avril 1924*	49.40 *48.7*	31.56 *31.49*	364.32 *351.08*	74.88 *25.57*	9.1	-	2.30	-	23.30 *22.26*
ODIVINE **I.H.U. - 1978**	100.00	37.20	382.00	67.10	7.00	0.23	-	0.40	26.44
SAINT-JEAN **I.H.U. - 1978**	40.00	28.40	345.00	53.40	8.40	0.40	-	0.40	20.76
Source **Laboratoire et date**	**Cl**	**SO_4**	**HCO_3**	**NO_3**	**F**	**Total anions (mé/l)**	**SiO_2**	**CO_2**	
ODIVINE **Mines - 1890**	160.82	8.64	1172.42	-	-	23.93	47.00	1166	
ODIVINE **LORMAND - 1924** *15 avril 1924*	139.90 *128.59*	13.44 *11.50*	1177.90 *1167.67*	-	-	23.50 *23.00*	42.90 *42.90*	1156	
ODIVINE **I.H.U. - 1978**	145.60	17.80	1305.40	20.46	4.20	26.42	60.00	-	
SAINT-JEAN **I.H.U. - 1978**	134.90	8.60	1006.50	-	4.20	20.70	54.00	-	

Analyses effectuées en 1978 par le Laboratoire de l'Institut d'Hydrologie de Clermont-Ferrand (en mg/l)

Tableau 13 - Sources ODIVINES et St-JEAN : évolution de la composition chimique de 1890 à 1978

Les diagrammes de SCHOELLER représentatifs de ces analyses sont très semblables. **Ces eaux sont de type bicarbonatées sodiques, très peu sulfatées mais en partie chlorurées, riches en potassium, en fer, et en CO_2 libre,** et enfin à pH acide comme indiqué dans le tableau suivant.

	Débit		Température	Résistivité	pH	CO_2 libre
Source Laboratoire et date	**l/min**	**m³/j**	**°C**	**ohms.cm**		**mg/l à 0°C**
ODIVINE MINES - 1951	18	25.9	12	500	-	-
ODIVINE BRGM - 1978	6	8.6	9.5	524	5.7	2 300
SAINT-JEAN BRGM - 1978	2	2.8	9.5	646	5.8	1 880

Tableau 14 - Sources ODIVINES et St-JEAN : évolution des caractéristiques physiques à l'émergence

Après l'aménagement d'une piste d'accès au site, des travaux de dégagement ont mis en évidence entre l'ancien bâtiment et la paroi rocheuse le filon de microgranite d'une largeur de 2 m orienté à N10 qui recoupe les micaschistes imperméables en favorisant l'émergence de l'eau carbo-gazeuse. Un prolongement des fouilles vers le nord a montré une bande de roche broyée avec des suintements et des dépôts d'hydroxyde de fer.

Les mesures effectuées le 3 mars date des travaux, puis le 15 juillet 1978 ont montré une baisse du débit de la source ODIVINE de 6 à 3,15 l/min. et de 1,9 à 1,6 l/min pour la source St-JEAN, avec des températures respectives à 9,5°C et à 11°C. Le CO_2 libre mesuré au Karat augmentait de 2,3 à 2,5 g/l pour ODIVINE, il était de 1,9 g/l pour la source St-JEAN.

La minéralisation des eaux de Montchanson est identique en 1978 à celle de 1924 et de 1890. La source St-JEAN est un peu moins minéralisée en Ca et en SO_4.

Le débit global de 4,85 l/min en 1978 est nettement inférieur aux 18 l/min de 1924. Les écarts de température entre 12 et 9,5°C pourraient indiquer une ascension moins rapide des eaux, et/ou un mélange possible avec des eaux superficielles.

Bien que l'accès soit difficile, on se trouve ici à une centaine de mètres de la limite du département de la Lozère, en passant par Albaret le Bas. Une remise en état des sources si elle est envisageable dans le cadre de buvettes par exemple, doit s'effectuer en les mettant à l'abri de pollutions éventuelles.

D'autres recherches mieux ciblées devraient pouvoir être entreprises à condition de mieux identifier les caractéristiques structurales et géologiques du site, de cibler des anomalies de CO_2 par prospection émanométrique, et de disposer d'accès pour la réalisation de sondages profonds aux endroits les plus favorables. Ce qui serait nettement mieux que les simples "grattages".

Du point de vue géologique, les sources de MONTCHANSON apparaissent dans les micaschistes, et gneiss au contact d'un filon de microgranite orienté à N10° aux épontes mylonitisées, à 1 km au nord du contact avec les granites de la Margeride. RESTITUITO J. en 1971 indique le prolongement vers le nord d'un grand accident orienté NNW-SSE qui traverse le batholite de la Margeride et qui passe à 500 m à l'ouest de la source. HENOU B., en 1973 trouve

un filon de microgranite orienté WSW-ENE visible à N100 à 40 m au nord de la source, et signale un dyke de lamprophyre à N160, à l'aplomb de la source.

Références :

DERIBIER DU CHATELET, 1853 : Dictionnaire statistique et historique du département du Cantal

HENOU B., 1973 : Les sources minérales et thermales du Cantal. Leur cadre géologique. Thèse 3ème cycle, pétrographie, Clermont-Ferrand

HENOU B., 1975 : Inventaire des ressources naturelles du département du Cantal " sources minérales et thermales". Rapport BRGM 75 SGN 096 MCE

JACQUOT E., et WILLM M., 1894 : Les eaux minérales de la France. Lib. Polytech., Baudry et Cie. Edit. Paris

LECOQ, 1865 : Les eaux minérales du Massif Central de la France. Ed. Rothschild, Paris

RESTITUITO J., 1971 : La vallée de la Truyère entre Garabit (Cantal) et Sarrans (Aveyron). Massif Central français. Le métamorphisme à muscovite - sillimanite, les niveaux sédimentaires et les ressources thermales et minérales. Thèse 3ème cycle, pétrographie, Clermont-Ferrand

RISLER J.J., 1978 : Etude de la source ODIVINE à MONTCHANSON. Commune de Faverolles - Cantal. Rapport BRGM 78 SGN 417 MCE, de juillet 1978 (6 p., 6 fig.)

VIDAL J., 1924 : Etude sur Montchanson-les-Eaux. 1.1.1924

La source de FONTSARRADE - Commune de LOUBARESSE (Cantal)

Cette source minérale est localisée dans un secteur très boisé à 500 m au nord de Clavières d'Oultre, et à 800 m à l'est de Loubaresse. Elle apparaît dans l'axe d'un petit ruisseau orienté du sud vers le nord. Les coordonnées géographiques de **la source de FONTSARRADE** repérées sur la carte IGN de Faverolles n° 2526E sont les suivantes :

X = 670,02 Y = 3292,99 Z # 825 m,
appartenant à la feuille de Chaudes-Aigues, avec le n° BSS : **813.4X.2**

C'est un petit suintement qui apparaît au sein des formations de micaschistes ou de gneiss foliés à deux micas, avec des dépôts ferrugineux assez importants. Les structures sont orientées à N40, N145, et à N160, la foliation est à N95 avec un pendage de 35° vers le Nord.

On appelle cette source **la "FONTSARRADE", ou source de la FONTAINE SALEE (ou source de LOUBARESSE).** Elle est ferrugineuse, et présente des venues d'eaux principales au fond d'un entonnoir de 40 cm de profondeur associées à des bulles de CO_2 selon les diaclases qui affectent les gneiss à N40.

Le 18 juin 1998, **la température des eaux était de 8,5°C et la conductivité de 1640 µS/cm** (température à 10°C et résistivité en 1975 à 1500 ohms.cm). Son débit était de l'ordre de 0,5 à 1 l/min.

Cette source n'a jamais été captée, ni analysée, elle est inutilisée.

Sur le ruisseau en amont et à la base du pré, le Rio Vernet, d'un débit de 250 à 300 l/h, les eaux avaient une température de 9°C, et une conductivité de 56 µS/cm.

La source du TERRAN - Commune de Loubaresse (Cantal))

Cette source est située à 300 m au sud et en rive gauche de la Truyère, au fond d'un petit affluent en partie pollué par la laiterie de Loubaresse. Il s'agit d'une bâtisse en granite, en rive droite du ruisseau, de 1 m de haut et de large à l'intérieur de laquelle on a une belle vasque en granite de 0,50 x 0,30m profonde d'une dizaine de centimètres. On est dans la propriété de Mme GOUNY, à 30 m environ en amont de la maison..

Les coordonnées géographiques de **la source du TERRAN** repérées sur la carte IGN de Faverolles n° 2536E sont les suivantes :

X = 670,73 Y = 3293,29 Z # 755 m,
appartenant à la feuille de Chaudes-Aigues **n° 813.4X.**

L'eau du ruisseau présente une température de 9,5°C et une conductivité de 614 µS/cm.

L'eau minérale de **la source du TERRAN** qui était issue de l'abri en granite était chargée en CO_2.et coulait "comme le petit doigt". Son débit était variable, et l'eau était assez ferrugineuse, sa température était de 9°C, sa résistivité de 1200 ohms.cm, et son débit inférieur à 1 l/min.

La nature du substratum serait composée de schistes et de micaschistes ou de gneiss à nodules de sillimanite affleurant sous les alluvions. Un filon de quartz minéralisé orienté NW-SE recoupe ces formations. Cette source est tarie, elle ne coule plus depuis quelques années.

Dans le pré situé à une dizaine de mètres en amont, en rive gauche, on a une eau stagnante qui apparaît au milieu des joncs à la température de 12,5°C, avec C = 162 µS/cm.

Dans l'autre pré en rive droite du ruisseau des recherches par sondages pourraient être entreprises, en recoupant en profondeur les séries de schistes et de micaschistes.

La source CHRISTINE - Commune de Loubaresse (Cantal)

En dessous de Paladines, en rive gauche de la Truyère, et à 150 m en face du Moulin de Paladines vers le NW, (sur la commune de Loubaresse), **la source CHRISTINE** est représentée par **des eaux froides, bicarbonatées alcalines, à débit très faible.** Ces eaux sont identiques à celles de la source Jenny située à 600 m à l'est, en rive droite de la Truyère, sur la commune de Chaulhac (Lozère).

La localisation de **la source CHRISTINE** sur la carte IGN du Malzieu-Ville n° 2536O indique les coordonnées suivantes :

X = 671,59 Y = 3293,25 Z # 750 m,
appartenant à feuille de Saugues, son indice BSS est : **814.1X.1**

Cette source est inaccessible depuis la rive gauche concave avec des micaschistes très fracturés en falaise et des risques d'éboulements. Ces micaschistes à biotite plus ou moins gréseux, et les gneiss associés présentent des nodules et des filons de quartz et d'aplite NE-SW. Les directions structurales et des fractures sont à N20 avec un pendage de 80° vers l'est, à N45, à N60 avec un pendage de 75°C vers le sud, alors que la schistosité est orientée E-W avec un pendage de 30° vers le nord. Le quartz injecte les fissures subverticales orientées à N145.

La source CHRISTINE, non captée, dont les griffons sont visibles sous la Truyère **n'a pas été retrouvée.** L'émergence serait matérialisée par des bulles de gaz qui s'échappent de façon diffuse tout le long du filon d'aplite.

On ne dispose pas d'analyses détaillées des ces eaux qui permettraient d'en détailler le chimisme et la minéralisation. Ce sont **des eaux froides, dites bicarbonatées alcalines, à débits très faibles.**

Le débit de la source CHRISTINE n'est pas mesurable du fait des conditions diffuses de cette émergence en plusieurs griffons.

Sa température serait de 10°C et sa résistivité de 1400 ohms.cm, correspondant à une minéralisation totale voisine de 500 mg/l.

Les sources du PAR et du MOULIN du BAN - Commune de CHAUDES-AIGUES

Le site hydrothermal de CHAUDES-AIGUES "le CALDAGUES" en région d'Auvergne est très comparable au site de Loubaresse situé à à 20 km au NE, en rive gauche de la Truyère. On y trouve une émergence naturelle d'eaux chaudes avec ***plus de 30 sources répertoriées dont la température va de 45 à 82°C. Le débit moyen global est de l'ordre de 15 m³/j pur chacune des sources.***

La localisation (globale) de cet ensemble de sources (les griffons s'étalent sur une longueur de 200 m) sur la carte IGN 2536O donne les coordonnées suivantes :

X = 652,70 Y = 3283,90 Z # 750 m,
appartenant à la feuille de Chaudes-Aigues, le n° BSS est : **813.6X.2.**

Il est cité par RESTITUITO J. en 1971 la présence de 25 sources et de nombreux suintements non captés :

- **le groupe du PAR,** avec 11 sources en rive gauche du Remontalou, aurait un débit de 300 l/min (soit 18 m³/h),

- et **le groupe du MOULIN du BAN** un débit de 200 l/min (soit 12 m³/h).

Une autre source moins minéralisée serait située à 1500 m au Nord, avec un débit de 3 l/min, la source de la CONDAMINE, source froide utilisée en cure de boisson.

La source du PAR, avec 82°C est la source la plus chaude d'Europe, son débit est de 16,5 m^3/h.

Les sources du PAR et du BAN servent à l'établissement thermal. Les autorisations datent du 14 janvier 1897 pour la source de la BONDE DU MOULIN (ou du MOULIN du BAN), du 28 mars 1884 pour les sources LESTANDE n°1 et n°2, et pour la source du PAR.

Ce sont des **eaux bicarbonatées sodiques, dont la minéralisation est de 1 g/l, avec plus de 250 mg/l de sodium.** Elles sont transparentes, incolores, sans odeur sensible, et de goût un peu fade, elles conviennent pour le traitement des rhumatismes. **Leur résistivité va de 862 à 893 ohms.cm, et leur température de 44 à 82°C, leur pH est voisin de 7,** compris entre 6,6 et 7,5. Elles conduisent à des dépôts de carbonate de calcium dans les tuyauteries.

Sur la base de 4 analyses on a, en mg/l, les moyennes suivantes :

Na = 270 à 279	SO_4 = 20 à 23	Fe = 2 à 3
Ca = 20 à 26	HCO_3 = 602 à 722	As = 0,3 à 0,6
K = 9 à 14	SiO_2 = 62 à 77	CO_2 libre = 23 à 217
Mg = 7 à 9	Cl = 67 à 75	Mn = 0,9 à 1

Le site de Chaudes-Aigues est occupé depuis les Romains : Thermes romains en Caldaguès ?, et à partir du IX° siècle. A la fin du XII° siècle, la ville de Chaudes-Aigues, ou Calidae Aquae, a une grande renommée pour le traitement dans ses bains publics ou privés, des paralytiques et des lépreux.

C'est une ville ou la géothermie est gratuite, pour la cuisine, le chauffage (collège et piscine) et l'industrie dont le traitement des étoffes, des peaux et le blanchissement de la laine;. A la fin du XVIII° siècle, la plupart des habitations sont alimentées en eau thermale par un réseau de tuyauteries en troncs de sapin, de rigoles couvertes de lauzes. Depuis 1980, on y trouve la première micro-centrale électrique française ayant comme source d'énergie la géothermie, installée sur la source du PAR par le groupe BRGM-SOFRETES. Elle produit de l'ordre de 20 KW

Au XIX° siècle, la spécialisation de Chaudes-Aigues pour le traitement des affections rhumatismales et de l'arthrose, conduit en 1920 à l'édification d'un premier établissement thermal. Actuellement le nombre de curistes à la station est d'environ 2500, au thermalisme se lie le tourisme vert.

Un forage a été réalisé : **le forage du Moulin du BAN** en 1973, utilisé par l'établissement thermal. Il donne un débit d'un dizaine de m^3/h et une eau à la température de 71°C, avec la présence de CO_2.

Sur le plan géologique, le granite est injecté de nombreux filons de microgranite NNW-SSE, NW-SE et N10 à très fort pendage Est, qui se poursuivent dans la série gneissique (gneiss à biotites) et de micaschistes à deux micas à faciès quartzeux en amont de l'auréole du granite

"intrusif" de la Margeride. Les conditions d'un métamorphisme de contact sont réunies, avec les failles et les fractures, et le cortège de minéraux associés, de filons de quartz (E-W), de quartzite, de porphyrites et d'enclaves de diorites ou de roches cristallophylliennes.

Les analyses microtectoniques effectuées sur le site indiquent 5 épisodes de déformation (GIBERT J.P. et al , 1975) correspondants à la tectonique tardi-hercynienne en compression, avec un rajeunissement néogène auquel est lié le fossé d'effondrement Oligocène du Malzieu. La réouverture de certains de ces filons lors du Mio-Pliocène supérieur est à l'origine d'une ascension rapide des eaux, de forts débits disponibles et d'une température de aux exceptionnellement élevée.

S'y ajoutent, la mise en place à différentes époques de filons de microgranites, de brèches minéralisées, et de failles normales, inverses ou de décrochements. La schistosité est à N30/N40, et les émergences sont associées aux directions N120 et N140, perpendiculaires à S1. La phase d'extension date de 8 MA, elle est suivie de l'épisode volcanique basaltique entre 5,5 et 6 MA.

Références :

AUBIGNAT A., 1949 : Hydrologie de CHAUDES-AIGUES (Cantal). Note technique du 29.01.49

AUBIGNAT A., BLANQUET L., TRONCHE, 1949 : Le bassin hydrominéral de CHAUDES-AIGUES (Cantal). Ann. Inst. hydro., 2ème fasc. pp. 109 à 136

LAPADU-HARGUES P., 1953 : Note sur la constitution du dépôt de la source du PAR de Chaudes-Aigues. Rev. Sciences nat. Auv., fasc. 1-2, 1955, p.25

LORMAND C., 1925 : Analyse chimique de l'eau de CHAUDES-AIGUES. Ann. Inst. hydro. clim. t.III, p. III - et t.V p.64

VASSEUR G, MICHARD G., FOUILLAC C., 1997 : Contraintes sur la structure profonde et le fonctionnement du système hydrothermal de Chaudes-Aigues (France). Ed. BRGM, Revue Hydrogéologie, n°4, 1997, pp.3-17

Inventaire des sources de la HAUTE-LOIRE

Un inventaire des sources minérales du département de la HAUTE-LOIRE a été réalisé par le BRGM en 1979. Pour ce département représenté à plus de 90% par des roches cristallines, métamorphiques et éruptives, situé au NNE de la Lozère, **25 sources ont été recensées,** et en 1979, seulement deux de ces sources y étaient autorisées.

La plupart des sources sont situées à trop grande distance de la limite du département de la Lozère pour devoir être citées individuellement. Toutefois, les remarques associées au même contexte structural et géologique sont rappelées ci-après :

- ***toutes les sources sont liées à des failles ou à des contacts anormaux, elles se situent d'une façon générale en des points bas de la topographie***, au fond des thalwegs ou dans le lit des cours d'eau, et bien souvent alignées,

- ***ce sont presque toujours des sources froides (T < 15°C) et carbo-gazeuses***, associées quelques fois à des manifestations gazeuses sporadiques,

- ***le débit de ces sources est toujours inférieur à 10 l/min, les dégagements gazeux aux griffons sont faibles,***

- il existe aussi ***des eaux ferrugineuses, faiblement minéralisées, peu ou pas gazeuses, et des eaux bicarbonatées sodiques, calciques, magnésiennes ou mixtes***, pour la plupart gazeuses, pauvres en chlore, mais assez radioactives. Les minéralisations vont de 1 à 4 g/l.

Références :

D'ARCY D., BATARD F., RISLER J.J., 1979 : Inventaire des ressources du sous-sol du département de la Haute-Loire. Rapport BRGM 79 SGN 055 AUV.

5.1.4 - Les forages réalisés pour le programme ENERGEROC

Programme "ENERGEROC" 1980

Dans le cadre d'**un programme géothermie dénommé "ENERGEROC"**, le massif de la Margeride et son extension sur l'Aubrac et au-delà, avait été retenu comme un des sites préférentiels en roches chaudes peu perméables en vue d'implanter deux forages et créer un échangeur thermique à grande profondeur. (Projet de l'INAG : Institut National d'Astronomie et de Géophysique, financé par la CEE).

Il s'agissait de **rechercher un site favorable pour deux forages profonds de 4500 m,** avec de objectifs de température à atteindre de 200°C, dans une masse rocheuse imperméable, à fracturation naturelle assez limitée, et une structure pétrographique assez homogène sur une grande profondeur pour extrapoler valablement les observations géologiques de surface.

Le massif de la MARGERIDE était à ces titres potentiellement intéressant : vaste laccolite porphyroïde homogène d'âge tardi-hercynien (323 ± 12 MA) dont l'épaisseur est supérieure à 4000 m (pouvant aller jusqu'à 8000 m), à flux de chaleur élevé, marqué sur sa limite nord par la présence de nombreuses sources thermo-minérales (dont Chaudes-Aigues) en relation avec le volcanisme récent. Les volcans de l'Aubrac sont d'âge Miocène supérieur à Pliocène (8 à 5 MA).

Ces granites sont de plusieurs types, injectés de filons de microgranite, de porphyrites et de kersantites. Ils sont intrusifs à l'ouest et au nord dans les schistes cristallins épi à mésozonaux affectés par un net métamorphisme de contact. Ils sont souvent concordants avec la schistosité des roches encaissantes. Recouverts au sud par la sédimentation rhéto-liasique, ils ont été soumis à l'Oligocène à des mouvements tectoniques, avec les rejeux d'anciennes fractures NW-SE qui ont morcelé la pénéplaine triasique faisant apparaître des horsts comme les Monts de la Margeride, et des grabens (ou limagnes) remplis de sédiment détritiques (bassins de St-Flour, du Malzieu et de St-Alban).

Pour préciser les caractéristiques géothermiques du massif, **4 forages de l'ordre de 150 m ont été réalisés à ESTABLES, MARCHASTEL, AUMONT et HUPARLAC** (BAYER et Al.,

1982). Seul le forage d'HUPARLAC se situe en Aveyron, en dehors du département de la Lozère.

Le forage d'ESTABLES réalisé en 1980 à 2 km au NNE du bourg, près de l'ancien Moulin de Linas (à 200 m au NE), a pour coordonnées

X = 690,60 Y = 3265,90 Z # 1210 m,
feuille de St-Chély d'Apcher, **n° 838.7X.**

Localisé sur le flanc est des Monts de la Margeride, selon un horst de 2 km limité par des failles à N150, **sa profondeur est de 180 m**, il a été carotté en totalité. Il est resté dans un monzogranite porphyroïde d'âge Namurien (323 ± 12 MA) recoupé par des leucogranites à muscovite d'âge Stéphanien (298 ± 2 MA) et par des filons de microgranites, il renferme des enclaves de roches éruptives sombres microgrenues : diorites et vaugnérites de 10 à 30 cm. La "fabrique du granite est planaire", à faible pendage, de 20 à 30° vers le NE. Il comprend 31% de quartz, 28% de plagiocalses, 25% de feldspaths potassiques, et 16% de biotite. Le forage a traversé 56,2% de diorite, 35,4% de granite porphyroïde et 8,4% de leucogranite aplitique. **Le gradient thermique est élevé, avec 4°C/100 m.**

Le forage de MARCHASTEL, profond de 138 m, a été réalisé en destructif, il est resté en totalité dans le granite porphyroïde. Ses coordonnées géographiques sont :

X = 659,90 Y = 3261,95 Z # 1160 m,
sur la feuille de Nasbinals, **n° 837.7X.**

Les mesures du profil de température montrent, après mise à l'équilibre thermique, une variation très régulière de 9 à 12°C entre 35 et 130 m, ce qui représente un gradient de 3,25°C/100 m.

Le forage d'AUMONT, profond de 150 m, a été aussi réalisé en destructif, il est resté en totalité dans les leucogranites. Ses coordonnées géographiques sont :

X = 676,50 Y = 3269, 70 Z # 1100 m,
sur la feuille de St-Chély d'Apcher, **n° 838.5X.**

Le gradient géothermique est de 3,15°C/100 m.

Le forage d'HUPARLAC, profond de 150 m, a encore été réalisé en destructif, il est resté dans le granite porphyroïde. Ses coordonnées géographiques sont :

X = 634,45 Y = 3267,95 Z # 820 m,
il est localisé à l'Ouest du massif de la Margeride, dans le département de l'Aveyron.

Ce forage a traversé un accident à 100 m de profondeur avec des venues d'eau. Le gradient mesuré est de 2,8°C/100 m.

Sauf pour la source de La CHALDETTE, les autres sources thermales et minérales se situent à quelques kilomètres du contact granite-micaschistes et gneiss. Les circulations d'eau s'effectuent au travers des fissures, des failles et des fractures, et la géochimie des eaux indique une température d'équilibre supérieure à 200°C. Outre les débits intéressants notamment à

CHAUDES-AIGUES, ces eaux bénéficient sur le plan thermique du volcanisme basaltique récent, en particulier dans l'Aubrac, mais pas seulement.

Références :

BAYER R., COUTURIE J.P., VASSEUR G., 1982 : Résultats géophysiques récents sur le granite de la Margeride. Ann. Géophys., t.38, pp. 431-447.

5.2 - EN SECTEURS DE ROCHES METAMORPHIQUES ET ERUPTIVES DU BASSIN DE L'ALLIER AUX CEVENNES

5.2.1 - Les sources et autres indices du bassin de l'ALLIER

Les sources d'ENTRAYGUES - Commune de Laval-Atger

A 350 m à l'WSW du Pont de Barjac sur la commune de LAVAL-ATGER, en rive droite du Grandrieu, (feuille de Langogne, n°839), on notait les sources d'ENTRAYGUES. Ces sources gazeuses étaient au nombre de 3 :

- **les sources Sainte JUSTINE et Sainte EULALIE** à débits insignifiants,
- **la source MARIE-SOUVERAINE**, (ou la Souveraine), d'un débit d'environ 1,5 l/min.

Elles se situent au sein d'une série de schistes et de micaschistes à biotite et à muscovite souvent homogènes, en avant d'une structure faillée ou broyée à satellites multiples orientée à N130. Ces micaschistes sont les mêmes que ceux de Bagnols-les-Bains, injectés de granite à 2 micas et de filons d'aplite, au nord d'un grand accident à N110. Dans ce secteur, on note le prolongement vers le NW d'un accident à N130 et à N60 qui affecte les granites porphyroïdes, et la présence de filons de micro-granites à N160, ainsi que des épanchements volcaniques de type basaltiques.

A la date du 23 juin 1933, un document précise que ces eaux situées à 10 km à l'ouest de Chapeauroux, en rive droite du Grandrieu, sont "non autorisées" à la date du 17 juin 1878.

Elles apparaissent au sein d'une excavation dans les micaschistes quartzeux orientés E-W, protégées par une digue de protection contre les inondations. Leur température est froide, et le débit est de l'ordre de 7 l/h. On note un réservoir de 0,90 x 1,10 m et un autre de 3 x 2,60 m

Des analyses sont citées à la date du 1er septembre 1883 : analyse n°8427, **et du 16 avril 1886** effectuées par l'Ecole des Mines d'Alès :

Source	Résidu fixe (g/l)	Débit (l/min)	Autre
Marie-Souveraine	2,9612	1,61	ρ = 870 ohms.cm
Ste Justine	1,9628	0,237	
Ste Eulalie	2,6195	0,113	

Tableau 15 - Caractéristiques des sources d'ENTRAYGUES

Dans un document des Archives Départementales de la Lozère, à la date du 20 septembre 1906, il était précisé que ces eaux étaient embouteillées. Les étiquettes de l'exploitant des sources indiquent que M. J. M. BOUET en était le propriétaire. Ces sources qui se situent à Entraygues, au lieu-dit "Le Moulin du Papou", sont de **nature bicarbonatée calcique et magnésienne, carbogazeuse. Elles sont fortement minéralisées avec plus de 2000 mg/l.**

Elles bénéficiaient d'une **Autorisation Ministérielle en date du 16 avril 1886.** L'autorisation a été retirée à la date du 14 juin 1937, car non exploitées depuis plus de 5 ans (depuis 1914), suite à une mésentente entre les propriétaires.

Les volumes produits étaient les suivants :
- 3000 l/an pour la source MARIE-SOUVERAINE,
- 100 l/an pour la source Ste-JUSTINE,
- 100 l/an pour la sources Ste-EULALIE.

L'étiquette de la source MARIE-SOUVERAINE, document fourni par Monsieur PAULIN Yves, l'actuel propriétaire, est reproduite ci-après (figure 10).

Source MARIE-SOUVERAINE

EAU MINERALE NATURELLE bicarbonatée ferrugineuse
apéritive, digestive, tonique, dépurative

L'analyse de cette source **"eau minérale d'Entraygues"** est indiquée à la date du 18 mai 1875 avec :

Acide carbonique libre	2,2778 g/l
Silice	0, 0484
Bicarbonate de chaux	0,6005
Bicarbonate de magnésie	0,2487
Bicarb. de protoxyde de fer	0,0697
Sulfate de calcium	0,0125
Chlorure de potassium	0,0052
Chlorure de sodium	0,0103
Matière organique	0,0038
Minéralisation totale de	**3,2769 g/l**

L'eau de cette source est pétillante (légèrement gazeuse), acidulée et aigrelette, on note dans l'environnement de l'émergence une odeur notable d'oeuf pourri (CO_2 + H_2S).

Sur la notice de Langogne, il est d'autre part rappelé l'existence d'une source bicarbonatée "calcaire" (calcique) qui avait été signalée sur la carte géologique à 1/80 000 de Largentières, à proximité de Laval-Atger. En effet, une source minérale est encore indiquée au même endroit sur la carte topographique de l'IGN à 1/25 000 n° 2737 de Langogne.

Lors de notre visite en date du 15 octobre 1998, nous avons accédé au site des **anciennes sources d'ENTRAYGUES,** au lieu-dit "le Moulin du Papou", en face de la maison de la Bastide. Les sources anciennes se situaient en retrait du mur de protection, à l'intérieur d'un bâtiment qui a été emportée et détruit par une très forte crue en 1933. On y accédait par un escalier de 4 ou 5 marches.

Il ne reste en place que le mur de protection des anciennes sources en rive droite de la rivière, à 6 m environ d'un renfoncement de la falaise de schistes et micaschistes où on note deux suintements d'eaux marqués par des dépôts ferrugineux à 40 cm au-dessus du plan d'eau. Seul celui le plus aval (vers le NE) coule, avec un débit très modeste, de 20 l/h, celui à 3 m en amont ne coule pas.

Une source à 6 m en amont venant au travers des alluvions avait une température de 9,2°C et une conductivité de 61 µS/cm. L'eau de la rivière présente également une température de 9,2°C et une conductivité de 57 à 60 µS/cm.

Les caractéristiques mesurées in-situ de **la source "minérale" d'ENTRAYGUES** venant de la paroi schisteuse sont les suivantes :

T = 9,2 °C C = 1241 µS/cm pH = 6,13 Eh = 95 mV.

Ses coordonnées géographiques sont :

X = 707,15 Y = 3279,37 Z # 865 m,
appartenant à la feuille de Langogne, **n° 839.2X.**

Sur les affleurements de micaschistes quartzites en bordure est du Grandrieu, on observe des diaclases subverticales dont la direction dominante est à N35, et des diaclases à N70 dont le pendage est de 70° vers le sud. Une faille partiellement mylonitisée est orientée à N000.

Figure 10 - Source MARIE-SOUVERAINE d'Entraygues : étiquette d'origine

Dans le même secteur et sans que les localisations soient bien précisées, **sur la notice de la feuille du PUY à 1/80 000, n°186,** :

" .. Quelques sources minérales froides (10 à 14°C) sont indiquées.

Elles sont :
- bicarbonatées sodiques : les Pandraux,
- ou mixtes : Bonnefont, Serville, Montbel, les Estreys, St julien des Chazes,
- certaines s'avèrent en outre ferrugineuses : Arsac en Velay, Bonnefont, les Pandraux, Montbel, St Julien des Chazes,
- ou arsenicales : St Julien des Chazes : source des Orgues,
- et radioactives : les Estreys (36,5 µCuries). "

Références :

AD de Mende : Sources minérales de la Lozère. Eaux Minérales de Laval-Atger. Canton de Grandrieu. *doc. M 12 397 et doc. 2Q845.*

Visite de terrain sur le secteur de MONTGROS - Commune de Laval-Atger

Lors de notre visite à ENTRAYGUES **en date du 15 octobre 1998, nous avons procédé à une enquête sur le terrain conduite avec Monsieur le Maire de LAVAL-ATGER** pour essayer d'identifier la "mofette" de MONTGROS citée par Jean ROUX en 1962, et d'effectuer une reconnaissance des sources pouvant présenter un intérêt particulier. Cette enquête reste à approfondir sur place auprès des "anciens" qui peuvent avoir la connaissance des émissions de "volutes à la température de 18°C" qui apparaissent le mieux par temps froid, et pour mieux localiser les sources dont "celle de couleur nacrée", au pied du Montgros.

Le Montgros est un ancien volcan dont il reste en relief une butte circulaire : "LE CAUSSE" culminant à 1142 m, avec ses coulées, ses éboulis basaltiques, ses cinérites et ses scories. Cet appareil volcanique représente un impluvium d'extension limitée reposant sur les arènes argileuses des formations granitiques sous-jacentes. On a donc ici une superposition de formations éruptives perméables en grand restées en relief parceque plus massives, sur des horizons imperméables facilement érodables. Cet agencement rend compte de l'opportunité de sources de débordement situées à l'interface basaltes et dérivés-sur les argilites "rubéfiées" ou sur le granite sain, également imperméable.

Deux sources ont été repérées sur le flanc sud du Montgros, elles sont temporaires, en bordure de chemins, et ne coulaient pas le jour de notre passage. Ce sont :

- **la source de MAGABEILLE localisée en X = 709,05 Y = 3278,43 Z # 1020 m,** à 200 m à l'WNW de la maison de M. le Maire, en bordure nord du chemin de Montauroux,

- **et la source de la SOGNE, repérée en X = 709,24 Y = 3278,63 Z # 1025 m,** à 300 m au Nord, au SE du Causse, sur la carte IGN 2737E de Grandrieu, feuille de Langogne **n° 839.2X.**

Il est tout de même possible que lors d'hivers rigoureux ou de froids précoces, les pluies transitant par l'intérieur des laves basaltiques et des scories puissent bénéficier, par récupération de l'énergie calorifique emmagasinée en été, d'une augmentation de la température des eaux qui apparaissent alors à flanc de coteau. Les "fumerolles" non retrouvées, ni localisées, accompagneraient ou précéderaient l'apparition des émergences temporaires.

Une troisième source a été vue, et qui présentait un débit intéressant, celle de l'abreuvoir du village, issue des granites et captée probablement en amont du chemin d'accès.

C'est la source du TRIOU, avec pour localisation :

X = 709,32 Y = 3278,05 Z # 1000 m,
de la feuille de Langogne **n° 839.2X.**

Cette source se trouve en rive gauche du ruisseau localisé sous le hameau de Montgros. On y observe deux venues d'eau principales d'un débit équivalent de 20 l/min (pour un total d'environ 2,5 à 3 m^3/h). Les caractéristiques de l'eau mesurées in-situ sont les suivantes :

T = 10,9 et 11°C, C = 83,1 et 84,8 µS/cm.

Les caractéristiques de cette émergence issue des terrains granitiques correspondent à **une "eau de source" très peu minéralisée,** dont l'intérêt majeur serait d'y associer avec des moyens appropriés l'identification de son bassin d'alimentation, et un renforcement des conditions de sa protection dans son environnement immédiat et rapproché. Les granites qui affleurent au bas de la route d'accès au village de Montgros sont nettement fissurés et fracturé, ce sont des granites de type leucocrates à muscovite.

Dans tout le secteur amont, en direction de l'est et du SE, des mesures spécifiques seraient à prendre afin d'assurer un environnement "irréprochable" pour le maintien de ses caractéristiques physico-chimiques -à préciser-, et de sa potabilité sur le plan bactériologique -à vérifier-, à commencer par l'isolement des eaux superficielles venant du chemin empierré d'accès par l'amont au lavoir, et de celles collectée par la route bitumée amont.

Montgros qui dispose pour son eau potable du raccordement au réseau de Langogne (eaux de source des Crémades qui a fait l'objet d'un projet d'embouteillage dans les années 1990, et eaux de rivière traitées du Langouyrou) pourrait tout aussi bien, avec un captage approprié réalisé dans les règles de l'art, bénéficier d'une alimentation en eau autonome.

Référence :

ROUX J., 1962 : A propos de la mofette de Montgros-en-Lozère. CR Som. Soc. Géol. Fr., Séance du 4 juin 1962, *(p. 174), article reproduit en 6.2*

La source des CREMADES - Commune de Langogne

La source des CREMADES se trouve sur la commune de Langogne, dans un secteur boisé, à 4 km au sud de la ville. On y accède en prenant la route du hameau du Choisinès, et en emprutant un chemin vers le SE sur 450 m au lieu-dit la Chasette.

Cette source est captée et assure l'AEP de Langogne, complétée par une prise d'eau de surface sur le ruisseau du Langouyrou. Les coordonnées de la source repérées sur la carte IGN n° 2737E de Langogne sont les suivantes :

X = 720,03 Y = 3266,65 Z # 1030 m,
de la feuille de Langogne n° 839.7X.

Les résultats d'une analyse d'eau effectuée par le Laboratoire Départemental à la demande de la DDASS sur un prélèvement en date du 8 avril 1998 sont donnés ci-après :

- eau potable sur le plan bactériologique,
- température 6,5°C, pH = 5,9,
- conductivité = 53 µS/cm, turbidité = 2 NTU,
- nitrates = 4 mg/l, pas de nitrite, ni ammonium, ni fluorures,
- chlorures et sulfates = 2 mg/l.

L'eau de la source des CREMADES est acide, caractéristique des eaux du socle, et très peu minéralisée, la minéralisation totale est inférieure à 50 mg/l.

La source des CREMADES a fait l'objet d'un projet d'embouteillage en "Eau de Source" en avril 1989, projet qui est resté sans suite.

ETM48 - LANGOGNE - EAUX MINERALES (dossier : "Projet d'eau de source LOZEL")

" La Lozère est riche en eaux minérales et cependant ses sources restent à peu près inexploitées, abandonnées, inconnues. ***Près de LANGOGNE, à LAVAL-ATGER (voir ENTRAYGUES),*** trois sources coulaient autrefois, leur eau était minérale, calcaire, bicarbonatée, magnésienne :

* la SOUVERAINE, 14°C, * SAINTE-EULALIE, * et SAINTE-JUSTINE, 16°C.
Leur faible débit a entraîné leur abandon.

Autrement intéressantes seraient ***les sources d'eau des CREMADES***, si elles étaient judicieusement exploitées au lieu d'être inconsidérément mélangées à une eau douteuse, tirée d'un ru en aval du village du CHEYLARD L'EVÊQUE dont il reçoit les impuretés.

Ces sources au nombre de 17, jaillissent dans une cuvette lacustre, au milieu d'un site forestier. L'eau est pure et d'une remarquable qualité radio-active, bien supérieure en millicrocuries à la plupart des autres stations françaises. En voici une édifiante comparaison :

Langogne	18,7	Plombières	14,0
La Bourboule	20,2	Dax	10,0
Royat	15,0	Vichy	1,7

Comme eau de table, elle soulage et guérit toutes les maladies toxiques et de reins; elle est efficace contre l'albumine, l'arthritisme et en général contre toutes les affections résultant de

l'impureté de sang et contre le virus de circulation. Elle est propice aux cures de lavage et d'élimination des intoxiqués. L'association de silice et d'une faible minéralisation lui donnent d'éminentes qualités contre les maladies circulatoires et nerveuses qui ont fait, par exemple, la renommée de Luchon, Evian, Thonon, Divonne, Grande-Linia.

Le mérite des eaux des CREMADES, sont établis par les analyses d'éminents médecins ..., démontrant que cette eau a le double mérite d'avoir une valeur curative et médicinale. Cette eau de qualité bienfaisante est connue et captée depuis longtemps, alors que par invraisemblable incurie rien n'a été tenté pour sa mise en valeur. Mieux, par aberration inadmissible, même la possibilité d'en boire a été supprimée aux usagers.

Cette eau thérapeutique et curative, mélangée à celle du Langouyrou écarte le rapport financier qu'aurait pu exploiter la ville, établie en station balnéaire drainant la foule des intoxiqués, des malades, parmi les estivants, attirés par une intelligente propagande des qualités bénéfiques et également curatives d'une eau unique par sa radio-activité.

La municipalité de Verdeilhan des Molles avait dépensé une trentaine de mille francs pour faire la première adduction de l'eau des CREMADES, mais son projet, trop sommaire, aggravé par la faute de recueillir les eaux de surface polluées, fut amélioré par la municipalité Adolphe Nouet. Ayant fait effectuer les analyses qui établissaient les hautes qualités de cette eau incomparable, elle entreprit un meilleur captage des sources pour les conduire non seulement aux bornes-fontaines et aux bouches d'incendie, mais à tous les robinets des maisons. Il fallut l'inconséquence d'une municipalité, venue postérieurement, pour annihiler cette magnifique innovation, en détruire les heureux effets et priver la ville d'une eau qui aurait fait son renom et sa fortune, en la classant station balnéaire, dispensatrice de cures et de traitements redonnant la santé".

5.2.2 - Les sources des CEVENNES

Quelques points d'eau et sources de la - commune de VILLEFORT

En réponse à notre enquête de juillet 98, il nous est indiqué par la mairie de VILLEFORT, la présence de plusieurs sources ou fontaines mais dont l'intérêt n'a pas été bien marqué :

" Il y a **une fontaine appelée "Le FANJAS"** d'où coule en permanence Route de Palhères une eau dite très pure et ayant des propriétés diurétiques mais nous n'avons aucune analyse à vous fournir à ce sujet. Le trop plein est capté et alimente une fontaine avenue de la Gare. Le Fanjas est situé près d'une faille géologique bien connue de Villefort.

Une autre fontaine appelée "La RONZADE" était située rue de la Bourgade et ses eaux avaient elles aussi certaines qualités spécifiques. A l'heure actuelle ces eaux ne sont pas captées et s'écoulent dans le ruisseau tout proche.

La source de la Montagne de la PIC n'est pas sur notre commune, mais il est possible que celle-ci soit sur la commune de St-André de Capcèze, limitrophe de Villefort.

Avant les travaux d'aménagement de la route d'Alès D.906 sur la dite commune existait une source très appréciée autrefois appelée "La FOUN de l'HOMME". Elle coulait de la bouche

d'une tête d'homme sculptée dans un bloc de granit. Elle était située sur une parcelle cadastrale appelée "Combe Fer" près de la propriété "LAPIE". On voit encore une partie humide à son emplacement sur le talus. Y a-t-il une corrélation ente "Lapié" et "la Pic" ?"

La Mairie de Villefort nous a d'autre part fait parvenir un extrait de plans cadastraux pour situer les points d'eau cités, et une photocopie tirée du livre de **E. LEVASSEUR de 1873 : Petite géographie pour le département de la Lozère à l'usage de l'enseignement primaire (pp. 42 et 43)** :

" 20 . Les eaux minérales et thermales . -
On trouve en Lozère, comme dans tous les pays de montagnes, beaucoup de sources d'eaux minérales; **la plupart sont froides et acidulés, ferrugineuses et gazeuses** : les plus estimées sont celles du Mazel, commune des Laubies, **de la Pic, près de Villefort,** de Salièges, près de Florac, de Quézac, du Mazel-Chabrier, d'Auroux, de Laval-Atger, du Roc de Saint-Amans, etc...

Le département possède deux établissements d'eaux thermales : Bagnols-les-Bains et la Chaldette. L'établissement de Bagnols se recommande par les cures merveilleuses qu'opèrent ses eaux, et il est fréquenté par un nombre de malades de la Lozère et des départements voisins. Les eaux de la Chaldette, dans la commune de Brion, jouissent aussi d'une certaine réputation et attirent un assez grand nombre de malades du département et des environs."

Les sources de SALS ou de SALCES - Commune de FLORAC

Un document ancien du 26 Thermidor an 13, rappelle l'existence de cette source minérale au Maire de Florac qui enfreint le règlement de Police. Dans la réponse du 18 août 1806; il est fait mention de Mme RODIER, propriétaire.

Citées ensuite **dans un document du 18 juillet 1874,** ces sources n'ont pas été retrouvées. Elles avaient un débit insignifiant, se trouvaient dans la plaine de Salse, et étaient propriété de M. SALANSON, juge d'instruction.

Nota :

Ces sources sont à distinguer des eaux minérales gazeuses artificielles qui était nombreuses vers 1860 et qui faisait l'objet sinon d'une réglementation, du moins d'un suivi, et de contrôles à la fabrication et à la distribution : c'était les eaux de Saltz, et les limonades gazeuses.

Dans leur composition entrait une part d'acide sulfurique, une forte proportion de carbonate de calcium, et 8 litres d'eau

Voir aussi la commune de Bédouès, ou de Salièges de Rampon ? Voir Salces sur la commune de Brenoux, et les sources (?) de la commune de SALCES vers St-Germain-du-Teil

Sur la carte géologique de FLORAC, une source ferrugineuse (autre que celles de Salièges) issue directement des schistes est mentionnée en amont du chemin qui surplombe la rive concave du méandre du Tarn (en rive gauche).

Il s'agit d'un suintement de peu d'importance marqué par des dépôts ferrugineux rouilles qui apparaît sous un talus en surplomb. Cette émergence est à plus de 20 m au dessus du lit du Tarn.

Les sources de SALIEGES - Commune de FLORAC

A 2 500 m au nord de FLORAC, en rive gauche du Tarn, on observe plusieurs exutoires à faibles débits pour certains, ou taris pour d'autres, issus des schistes épimétamorphiques des Cévennes. La température de l'eau est indiquée à 12,7°C, et sa minéralisation est très forte.

C'est **une eau minérale, bicarbonatée sodique et asulfatée, carbo-gazeuse.** Son débit est très faible.

Les résultats de l'analyse du 26 septembre 1974 sont les suivants :

Ca – 84, Mg – 58,6, K – 160, Na – 787,8, Cl – 97,6, SO_4 – tr, TAC – 43,9, pH – 7,55

Le 29 août 1998, sur les trois captages aménagés (petites, mais solides constructions en béton avec inclusions de galets), seul le captage le plus en amont avec un réservoir de l'ordre de 40 l était encore productif. Ce captage est inclus dans une bâtisse en pierre de 1,50 m de haut située en rive gauche et en retrait d'une dizaine de mètres du Tarn, en bordure du lit vif, et orientée perpendiculairement. Ses coordonnées géographiques repérées sur la carte IGN n° 2639E sont :

X = 698,83 Y = 3227,93 Z# 530 m
de la feuille de Florac **n° 886.8X.**

Il comprend un bassin de réception des eaux rectangulaire de 0,60 x 0,20 m, appuyé sur les schistes, avec un premier tuyau assez haut pourvu d'un bouchon de bois, et un robinet en position basse du bassin pour effectuer des prélèvements (*Photo 21*). **Le débit de cette émergence** qui est en surverse permanente n'est contrôlable qu'en vidangeant totalement le bassin (*Photo 22*). Il **est de l'ordre du litre/minute.**

Dans le bassin on note une coloration rouge caractéristique de **la présence de fer dans l'eau, et la remontée assez constante de bulles de gaz carbonique.** Entre le bassin et la banquette qui y fait face on a au ras du sol une petite émergence qui "bulle", directement issue des schistes.

La température de l'eau était de 13,5°C dans le bassin, et sa conductivité de 3,92 mS/cm.

Ce sont des eaux très fortement minéralisées, bicarbonatées sodiques, asulfatées.

Lors de notre passage pour y effectuer un prélèvement **en date du 16 octobre 1998**, les mesures effectuées sur l'eau du bassin sont les suivantes :

T = 12,8°C C = 3,88 mS/cm pH = 6,26 Eh = 91 mV.

Les affleurements de schistes sont orienté entre N130 et N150 avec un pendage de la schistosité de 50 à 65° vers le SW. Le plongement des microstructures est de 30 à 50° vers le SW. Ce sont des schistes noirs épimétamorphiques très microplissés, avec la présence de rares dragées ou filonnets de quartz. A 25 m en aval, d'autres venues d'eau minéralisée plus modestes et avec des bulles sont notées selon des cassures orientées à N165. Des "témoins" de suintements récents

sont reconnaissables en différents autres endroits à ce jour asséchés mais marqués par des efflorescences jaunes, rouilles et blanchâtres.

Le deuxième captage aménagé, à 15 m en aval du premier est en train d'être complètement démantelé, sans doute par les crues. Il n'y a pas de venues d'eau ou de point d'émergence bien marqué, sauf un suintement à 5 m vers le Tarn, au travers des sables.

5.2.3 - Les sources de l'ARDECHE OCCIDENTALE

Après un premier recensement des sources minérales sur le bassin supérieur de l'ARDECHE réalisé en 1979, puis un inventaire repris en 1989, **il était établi en 1992 un fichier des indices thermo-minéraux portant sur près de 200 sources réparties sur 42 communes.**

Par suite de l'épaisseur de la couverture, ces indices sont très rares ou absents en secteurs sédimentaires du Secondaire et du Tertiaire. La plupart des sources minérales sont surtout regroupées au centre du département : autour de Vals-les-Bains, et sur sa bordure occidentale, en secteurs de socle cristallin et métamorphique.

Ces sources et forages d'un débit rarement supérieur à 20 l/min, concernent **des eaux principalement de type bicarbonatées sodiques, à calcium, potassium et ferrugineuses, riches en gaz carbonique.**

Il existait en 1979 en ARDECHE 3 établissements thermaux et 9 sites d'embouteillage.

Nous avons retenu dans le prolongement vers le NE des structures géologiques du département de la Lozère, les sources de St-LAURENT-les-BAINS et de MALARCE-sur-la-THINES. *Les indications fournies ci-après reproduisent les données du fichier de 1989.*

Les sources de SAINT-LAURENT-les-BAINS (Ardèche)

Sur le site du bourg de St-Laurent-les-Bains, trois sources appartenant à l'établissement thermal ont été recensées, situées sur la carte géologique de Largentière :

- **la source de ROUVAYROL**, non autorisée, bicarbonatée sodique, dont le débit est de l'ordre de 15 l/min, et qui a pour indice BSS **n° 864.1X.16** et pour coordonnées :

  X = 729,58 Y = 3257,57 Z # 848 m.

- **la source des CAQUETS**, autorisée par Arrêt Royal du 28 août 1734, avec pour indice BSS **n° 864.1X.17** et pour coordonnées :

  X = 729,61 Y = 3257,58 Z # 843,70 m.

Protégée par une voûte sous la route RD n°4, elle comprend une source et une galerie de 4 m de long, l'émergence est constituée par une cuvette de 0,60 x 0,50 m. **Son débit moyen est compris entre 80 et 120 l/min, sa température est de 53,5°C.**

- **la source de LASAIGNE**, autorisée par Arrêt Royal du 28 août 1734, avec pour indice BSS **n° 864.1X.18** et pour coordonnées :

X = 729,64 Y = 3257,59 Z # 837 m.

Les émergences se trouvent à la cote de 833,45 m. Les captages sont situés dans des locaux voûtés taillés en partie dans le roc, ventilés par une cheminée. Ils sont situés au NW de l'ensemble thermal.

Le captage sud est représenté par une excavation de 0,60 x 0,90 x 0,40 m, et le captage nord est constituée par une cuvette de 1,50 x 0,60 x 0,55 m, l'eau sourd par le fond. Son débit moyen est de l'ordre de 66 l/min, sa température est de 50°C, et sa conductivité de 781 ohms.cm.

Pour leur contexte géologique, ces trois sources sont issues d'une bande de gneiss orientée E-W, appartenant au massif cristallophyllien granito-gneissique de la Borne. Les eaux proviennent d'un filon de fluorine, "le Grand Filon" dont l'exploitation en aval s'effectue par mines et galeries. d'autres filons existent.

Le débit global des sources de St-LAURENT-les-BAINS est d'environ 200 l/min.

On retrouve encore ici comme pour les cas généraux des eaux thermales un fort débit associé à des températures les plus élevés.

Les sources de MALARCE-sur-la-THINES (Ardèche)

En bordure de la route D 113 en direction du village de Thines, et après avoir traversé deux ponts, il faut rejoindre la rive gauche du ruisseau de la Thines en passant par le pont qui est en ruines. Les deux émergences se trouvent en bordure et au niveau du ruisseau, en rive gauche, elles sont distantes de 300 à 900 m.

- **La source d'HUGON NORD**, non autorisée, a pour indice BSS **n° 864.6X.4** (feuille de Largentière), et pour coordonnées :

X = 737,02 Y = 3242,44 Z # 315 m.

Elle se trouve en face et à l'est du hameau de Maurine, dans la vallée du ruisseau de Font Salée (ou du Combre). Elle émerge des schistes, avec une odeur prononcée de soufre.

- **La source d'HUGON SUD**, non autorisée, a pour indice BSS **n° 864.6X.5**, et pour coordonnées :

X = 736,45 Y = 3241,76 Z # 275 m.

C'est une source pérenne, avec un débit très faible et des dépôts blancs verdâtres. Issue des schistes on y constate des émanations de soufre et un goût prononcé d'oeuf pourri. La température de l'eau est de 16,5°C, son pH de 8,7 et sa résistivité de 532 ohms.cm

En fait, dans les textes anciens de 1884, puis de 1902, le Docteur FRANCUS signale quatre sources sulfureuses venant des gneiss et des granites au travers des fissures et de certains filons. Les débits sont faibles, de 1 à 2 l/min pour chaque source (6 l/min au total), le résidu sec est de 220 mg/l. Ce sont **des eaux sulfurées sodiques, froides** (T = 12 à 16°C), encore appelées **sources de MAURINE,** de Thinettes, de Malarce, de Thines, qui ont ensuite été renommées ou "rebaptisées".

"De l'une d'elles : la source du PAPE, sortent de temps en temps quelques bulles de gaz" !!!

Références :

AVIAS J., DELMAS J.P., TIRAT M., 1960 : Relations entre les filons de fluorine et les sources thermales de la région de Saint-Laurent les Bains (07). 6èmes journées de l'Hydraulique, Nancy.

BARAT A., BLINY J.C., JERPHANION P., 1989 : Inventaire des sources minérales du département de l'ARDECHE. Rapport BRGM 89 SGN 054 RHA.

FRANCUS Dr, 1884 : Voyage dans le midi de l'Ardèche.

JAUFFRET D., 1992 : Informatisation du fichier des indices thermo-minéraux. Bilan d'activité pour 1991. Saisie signalétique des ETM de l'ARDECHE. Rapport BRGM NT 92 RHA 005.

JEANTIN M., 1979 : Fichier des sources minérales du bassin supérieur de l'ARDECHE. Rapport BRGM NT 79 SGN 462 AUV.

JEANTIN M., 1981 : Etudes des sources minérales de la HAUTE ARDECHE. Thèse de 3ème cycle, Université de Grenoble.

X ... , 1902 : La vallée du Chassezac et ses eaux minérales par un ami de l'Ardèche et de la Lozère. Revue du Vivarais.

5.3 - EN SECTEURS SEDIMENTAIRES DES CAUSSES MAJEURS ET DE LEURS SATELLITES

Hors les mofettes associées aux processus volcaniques, et hors les lacs, les points d'eau et indices retenus en terrains sédimentaires, essentiellement au sein des calcaires, sont **au nombre de 19, soit 32% des points répertoriés.** Tous ces points sont soit au coeur pour les forages, soit à la périphérie des Causses pour les sources de **l'aquifère inférieur.**

Beaucoup moins bien protégé **l'aquifère supérieur** donne naissance à de très nombreuses sources, qui sont cependant soumises aux aléas des irrégularités du débit et de la qualité des eaux.

Les descriptions qui suivent tant pour les sources que pour les sondages et forages partent des horizons aquifères les plus inférieurs du Permien au Trias, au Lias et au Jurassique supérieur.

Les potentialités aquifères des formations alluviales largement exploitées pour les AEP des communes et des campings situés dans les vallées ont été écartées de cet inventaire.

5.3.1 -Ressources en eau de l'aquifère inférieur des causses

Les particularités et les spécificités des eaux contenues dans l'aquifère inférieur des Causses et de leurs bordures ont été identifiées en de nombreux secteurs grâce à la présence de nombreuses sources et à la réalisation de reconnaissances par sondages et par forages. Les objectifs des sondages étaient ciblés à des fins d'identification d'eau potable ou de recherche minière.

La minéralisation et la température parfois élevées des eaux de l'aquifère inférieur dépassent les moyennes régionales. Le réservoir principal constitué par les formations calcaires et dolomitiques du Lias, surmonte les grès et arkoses, ou marnes et argiles versicolores du Trias et du Permien à potentialités aquifères limitées lorsqu'il sont présents à l'ouest, ou parfois directement le socle à l'est et au NE.

Il est protégé à son toit par une couverture épaisse de marnes imperméables qui limite de ce fait sa réalimentation et le renouvellement des eaux le plus souvent ici en conditions de nappes captives. Il bénéficie par contre des apports notamment en gaz (CO_2, H_2S et autres ..) venant des formations de schistes, micaschistes et granites ou de chambres magmatiques sous-jacentes.

a) Identification des sources les plus particulières

La source de CHAUDES-AYGUES à AUXILLAC - Commune de la Canourgue

A la sortie NW du hameau d'AUXILLAC à 350 m en direction de la vallée du Lot, et en rive gauche du ruisseau de Chardonnet, en passant derrière l'Auberge du Moulin, en aval d'un pré argileux et humide (face à une bergerie), apparaît **la source de CHAUDES-AYGUES** (ou de Chaudes-Aïgues).

Cette source qui n'est ni captée, ni utilisée, nous a été indiquée par des enseignants du LEGTA de la Canourgue. C'est une émergence pérenne. L'hiver, en hautes eaux, des sources de trop-pleins, secondaires et temporaires, apparaissent à 200 m en amont en bordure d'un verger de pommiers.

La localisation de **la source de CHAUDES-AYGUES** repérée sur la carte IGN est la suivante :

X = 670,60 Y = 3241,30 Z # 615 m
appartenant à la feuille de St-Geniez-d'Olt **n° 861.8X.**

On trouve à cet endroit deux émergences distantes de 2,50 m (*Photo 23*), **la source aval présente un débit de l'ordre de 2 l/s, celle en amont d'environ 3 à 4 l/s (10 à 15 m³/h).** Elles sont orientées selon un axe NW (aval)-SE (amont), et émergent au travers d'une diaclase qui affecte un banc calcaire, ouverte sur 5 cm de large selon la direction de N40. Cette source "fume" l'hiver, y compris le trop-plein.

Les formations calcaires retrouvées en bordure du chemin d'accès sont représentées par des calcaires plus ou moins dolomitiques jaunes, en plaquettes, de l'Hettangien (les calcaires capucins). Ces **formations de la série aquifère inférieure** surmontent les formations

métamorphiques du socle qui affleurent en rive droite et gauche du Lot. On y observe des gneiss noirs, quartzitiques ou gabbroïques massifs (à biotite et amphibole), très fracturés et diaclasés, les gneiss quartzites de Montjésieu, dont le pendage vers le NW est assez fort.

L'eau de cette source présente une couleur un peu "opalescente". Lors de notre passage, le 13 octobre 1998 ses caractéristiques étaient les suivantes :

T = 21,5°C, C = 509 µS/cm, pH = 7,36, Eh = 363 à 375 mV.

Du fait de sa situation en aval du village, et des fermes, et étables, elle se trouve en secteur vulnérable aux contaminations et pollutions d'origines domestiques. Elle se distingue de l'eau du ruisseau de Chardonnet (débit de 15 à 20 l/s) pour lequel la température était de 11,3°C et la conductivité de 448 µS/cm (nettement plus froide et moins minéralisée).

On remarquera ***la température très anormalement élevée pour l'eau de la source de CHAUDES AYGUES, avec plus de 10°C au-dessus de la moyenne de celles mesurées dans les mêmes contextes. C'est la température la plus chaude mesurée pour les eaux issues des terrains sédimentaires de la Lozère*** : avec 5°C de plus que l'eau des sources du Moulin de la Malène.

Sur la notice de la carte géologique de MENDE à 1/80 000°, il est indiqué dans les calcaires magnésiens de base de l'étage Hettangien, la présence d'amas de manganèse, de fer et de métaux connexes, associés aux circulations des eaux souterraines, notamment à Célas, au nord du hameau. Il a pu se former en certains points et en relation avec les fractures à rejeux multiples, sous m'influence de circulations d'eaux "particulières" (soit de failles soit juvéniles) des concentrations de ce manganèse sous forme d'oxydes divers. Ces amas ont pu faire l'objet d'exploitations comme à Célas.

Si des recherches étaient entreprises, il y a suffisamment de place dans le pré pour y exécuter deux à trois sondages de reconnaissance. Leur profondeur devrait être comprise entre 20 et 60 m, en s'assurant d'isoler parfaitement les formations superficielles par cimentation sur les 10 à 15 premiers mètres.

Les formations à traverser seraient composées soit par les calcaires oolithiques du Sinémurien (l^2) limités par une faille NNE-SSW puis N-S, jalonnée par du basalte à Chirac, soit par les calcaires capucins et les marnes magnésiennes de l'Hettangien (l^1) en se situant si possible au toit de cet étage, puis par les grès infraliasiques du Rhétien (l_t) dont l'épaisseur est de l'ordre de 15 m. Le substratum est représenté par les formations massives et imperméables du socle qu'on retrouve à 400 m en aval. Il n'y a ici ni Trias, ni Permien, repérés vers Banassac dans la vallée du Lot et le long du tracé de l'A75.

La source de SAINT-FREZAL et la Fontaine de la REPUBLIQUE - Commune de la Canourgue

La source de SAINT-FREZAL est située en secteur SE du village, à proximité de l'église ou chapelle de Saint-Frézal. Cette source issue des formations karstiques de la série aquifère inférieure, est actuellement pour sa plus grande partie captée et utilisée pour une pisciculture de la Fédération de Pêche qui se situe sous le LEGTA de la Lozère : Site Aquacole de la CANOURGUE (Lycée piscicole). Elle rejoint l'Urugne en rive droite à l'entrée du bourg.

La source de SAINT-FREZAL a pour indice BSS le n° 885.4X.15.

Ses coordonnées géographiques sur la feuille de Séverac-le-Château sont les suivantes :

X = 670,82 Y = 3236,97 Z # 590 m

Les griffons de la source se trouvent sous le chemin d'accès à la Chapelle (*Photo 24*). Depuis un large bassin de réception pratiquement pas aménagé, le plus grande partie de l'eau est dirigée vers la pisciculture de la Fédération de Pêche, (*Photo 25*), une autre partie s'évacue vers les prés en aval où on observe un élevage de chevaux et de poneys.

Il y a 4 griffons repérés sous le chemin, ils sont tous à la même température. Le 17 juin 1998, la **température de l'eau était de 11,0°C , et sa conductivité de 466 µS/cm** (357 µS/cm le 19.12.1985), avec 11,2°C et 454 µS/cm le 13 octobre 1998, un pH à 7,40 et un Eh à 388 mV.

Cette indication représente une valeur de minéralisation assez élevée pour des eaux karstiques, mais bien caractéristique de l'aquifère inférieur représenté par les formations calcaréo-dolomitiques du Lias (dolomies fines et calcarénites de l'Hettangien-Sinémurien, sous les calcarénites du Lotharingien et sous les marnes du Domérien.

Le débit global de la source de SAINT-FREZAL est compris entre 150 et 250 l/s. Le débit "en surverse" était de l'ordre de 60 à 80 l/s. Il y a donc à l'étiage un important débit disponible, mais cependant les besoins pour la pisciculture sont très élevés d'autant que d'autres aménagements sont projetés.

Un projet d'AEP est en cours pour se raccorder sur la source de St-Frézal dans le but du renforcement de la fourniture en eau potable au bourg de la Canourgue. Cette action devrait conduire à une sensibilisation sur les pollutions domestiques (et déjections animales) venant de l'amont ou du chemin, et se traduire avec le respect des prescriptions à une amélioration des conditions de protection du captage et de la ressource dans l'environnement immédiat et rapproché du captage.

La Canourgue est actuellement alimentée en eau potable par le captage de **la source de l'URUGNE** (886.1X.7) venant de la base de l'aquifère supérieur, avec quelques problèmes de débit liés à l'abaissement de la ligne d'eau dans le captage. La desserte s'effectue jusqu'au bourg de façon gravitaire. Les calcaires noduleux de l'Aalénien constituent le substratum imperméable du réservoir des séries calcaires et dolomitiques du Bajocien et du Bathonien (aquifère supérieur).

La Fontaine de la REPUBLIQUE est située en ville, en rive gauche de l'Urugne et à environ 200 m en aval du pont qui enjambe l'Urugne et permet d'accéder au bourg de la Canourgue. On a retrouvé l'emplacement de **l'ancienne Fontaine de la REPUBLIQUE** à l'angle de la maison de Mr BROS.

Ses coordonnées géographiques repérées sur la feuille de Séverac-le-Château **n° 885.4X.** sont les suivantes :

X = 669,70 Y = 3237,36 Z # 560 m.

Cette Fontaine qui a été démolie, ou recouverte (?) depuis plus de 40 ans servait, d'après les gens rencontrés, notamment au lavage des bidons de lait. On y accède par la rue Basse dont la largeur est de 1,80 à 2 m.

A la place, un revêtement bitumé masque l'émergence d'origine, mais des suintements apparaissent en deux endroits distants de 1,25 m (à 0,90 m sous le bitume) dans le mur qui chenalise l'Urugne, et au niveau desquels se développe du cresson, à 9 m au NE de l'angle de la maison (*Photo 26*).

Le débit de ces émergences est de l'ordre de 7 à 10 l/min chacune (soit un total un peu inférieur à 1 m^3/h), alors que le débit de l'Urugne voisine dépasse les 600 l/s.

Depuis leur point d'origine (?), les deux émergences ont été canalisées jusqu'à l'Urugne. **Les températures de l'eau des deux griffons ont été notées le 17 juin 1998 à 17,9°C pour la source amont, et à 18,6°C pour celle en aval, les conductivités sont respectivement de 650 et de 673 µS/cm.** Les valeurs mesurées le 13 octobre 1998 était les mêmes pour chaque émergence avec T = 19,1°C, C = 673, pH = 7,43, et Eh = 315 mV.

Pour les eaux superficielles de l'Urugne, en amont des deux sorties, les valeurs mesurées sont de 12,4°C pour la température et de 482 µS/cm pour la conductivité, valeurs sensiblement plus élevées que celles mesurées à St-Frézal, et de 11,8°C, 468 µS/cm, un pH de 8,17 et un Eh de 408 mV le 13.10.98.

Du point de vue géologique, on peut admettre une origine de ces eaux de la Fontaine de la REPUBLIQUE dans les formations du Lias inférieur (dolomies et calcarénites de l'Hettangien-Sinémurien) qui surmontent les argilites et grès du Rhétien et du Trias, en contact assez proche avec les grès et pélites du Saxonien (Permien).

Cette source se trouve sur la bordure ouest d'un compartiment en partie effondré limité à l'ouest et à l'Est par des failles orientée NNE-SSW.

C'est la circulation plus profonde des eaux qui permet d'obtenir une température plus élevée, et une minéralisation également plus forte que celle des eaux karstiques du Rhétien-Hettangien. Si des reconnaissances étaient entreprises ce serait d'abord par fouilles à la pelle mécanique à l'angle de la maison, puis par 2 ou 3 sondages profonds de 30 à 80 m en amont. Ici encore une cimentation sous pression est à prévoir pour isoler les 10 à 20 premiers mètres.

b) Reconnaissances par sondages et par forages

La répartition de ces sondages et forages est la suivante, sur les communes :

- de St-Bonnet-de-Chirac au SW du Truc de St-Bonnet,
- de Brenoux au sud de Mende,
- de Banassac avec les sondages du Ségala et le forage du Moulin,
- de Quézac à l'entrée des Gorges du Tarn*,

- du Monastier avec le forage du Réservoir,

- de la Canourgue avec les forages de la pisciculture de Trémouli, ...

Ce sont autant d'exemples avec des résultats différents et spécifiques tant sur les productivités que sur les caractéristiques physiques et sur les compositions chimiques des eaux. Les forages d'eau minérale de Quézac sont décrits au chapitre 4.3. Les sondages de reconnaissance minière du Chambonnet NF1 et NF2 sont décrits à la fin du présent chapitre. Bien que sollicitant l'aquifère inférieur, ils ne seront pas repris ici.

Il existe donc des potentialités géothermiques à basse température, voire en eaux thermales dans la région des Causses, et en particulier dans la zone karstique profonde de l'aquifère supérieur, ou noyée de l'aquifère inférieur.

Ces ressources profondes ou en conditions captives, et dans ce cas très bien protégées, pourraient être étudiées avec plus de précision dans le cadre d'une valorisation éventuelle pour des usages et des lieux bien ciblés.

Les indications retenues sur les rapports d'exécution sont synthétisées et récapitulées ci-après. Elles portent sur les moyens d'investigation mis en oeuvre, sur les localisations des travaux, sur les coupes géologiques et techniques, sur les tests de pompages et sur les analyses d'eau.

Les références sont citées.

Il est à noter que les eaux du nord de la Lozère issues des formations du socle, présentent des températures comprises entre 8 et 10°C, celles du sud du département sont comprises entre 10 et 12°C. Les eaux de l'aquifère inférieur ont une température plus élevée, dont l'augmentation lorsqu'elles sont exploitées par forages, est en accord avec le gradient géothermique.

Forage de reconnaissance de SAINT-BONNET-de-CHIRAC au lieu-dit "Les Bories"

Recherche d'eau réalisée après une étude préalable de BERGA Sud (n°48/138 A 96094) à proximité du réservoir d'eau potable du hameau des Bories (localisation sur extrait de carte IGN). L'adduction actuelle est gravitaire, elle s'effectue par une source dont le débit en août 97 était de 0,6 m^3/h.

Travaux de forage confiés à l'entreprise ROUDIL Forages de Nîmes,
dates de réalisation : **du 28 juillet au 4 août 1997.**

Forage des BORIES :

Coordonnées Lambert : X = 675,17 Y = 3246,05 Z # 740 m
appartenant à la feuille de Mende **n° 862.5X.**

La coupe géologique et la coupe technique du forage sont fournies avec la figure B :

- exécution au marteau fond de trou en ∅ 220 mm de 0 à 18 m, puis en ∅ 156 mm de 18 à 156 m;

- **profondeur finale : 156 m**
- tubages acier en ∅ 160x168 mm de +0,20 à 20 m, fichés dans l'argile (étanche),
- tubage PVC en ∅ 125x137 mm de 0 à 153 m, crépiné de 123 à 153 m (sur 30 m), cimentation gravitaire sur une ombrelle de 0 à -30 m.

Coupe géologique :
- de 0 à 8 m, éboulis de pente,
- de 8 à 60 m, marnes gris foncé du Domérien,
- de 60 à 97 m, calcaires et dolomies orangées du Sinémurien et de l'Hettangien,
- de 97 à 124 m, alternance de couches dures et tendres (pas de cuttings, marno-calcaires ?) de l'Hettangien inférieur,
- de 124 à 156 m, formations plus tendres du Rhétien.

Failles recoupées à 81, 85 et 94 m. Secteur très fracturé à partir de 97 m, avec perte totale, et plus de remontée de cuttings. Les faibles venues d'eau (1 m^3/h) observées au toit des marnes ont été isolées par le prétubage en acier. Venues d'eau les plus actives au-dessous de 115 m, contrôlées par une injection de plusieurs m^3 d'eau. **Niveau de l'eau au repos le 11.08.97 : 79,36 m.**

Essai par pompage :

- du 11 au 14 août 1997 pour une durée totale de 69 heures, pompe électrique immergée de 4" placée à 100 m de profondeur, puis à 110 m,
- **débit initial fixé à 10 puis à 8,4 m^3/h, et enfin à 4 m^3/h,**
- niveau dynamique maximum à 99,50 m, niveau final à 93,63 m, rabattements compris entre 3 et 20 m,
- rejet des eaux d'exhaure en aval du forage jusqu'à une mare, sans risque de recyclage,
- contrôle du débit au tube de Pitot et enregistrement avec une sonde à ultrasons UST 540,
- remontée observée sur 5 jours, niveau final : 79,59 m, rabattement résiduel de 0,23 m.

Contrôles de la conductivité et de la température de l'eau à la sonde WTW LF 91,

T = 14,3 à 15°C C= 527 à 552 µS/cm.

La turbidité de l'eau s'atténue après 1,5 jours de pompage puis se trouble à nouveau, le 14.08, peu de temps avant le prélèvement pour l'**analyse de première adduction**

Interprétation de l'essai de pompage :

- à 86 et à 97 m, avec le dénoyage de fissures productives, on observe une accélération de la baisse du plan d'eau, (aquifère karstique),
- valeur de transmissivité calculée sur la remontée : **T = 5.10^{-4} m^2/s.**

Résultats de l'analyse d'eau du 14 août 1998 effectuée par le laboratoire IBB :

- turbidité excessive (101 NTU) associée à la présence de fer (343 µg/)et de manganèse (164 µg/l) en excès, d'aluminium (0.196 µg/l) en limite de CMA,
- **eau bicarbonatée calcique,** résidu sec de 372 mg/l, pH = 7,06, C = 527 µS/cm,
- présence de nombreuses bactéries non pathogènes à 22 et à 37°.

Proposition d'exploitation de ce forage : à limiter au débit de 3 à 4 m³/h,
et dans un premier temps à 30 m³/jour.

Exploitation préconisée à la pompe de 4" placée à 125 m de profondeur, développement complémentaire suggéré avec une pompe provisoire placée à 140 m et pouvant débiter jusqu'à 6 m³/h.

Ce développement devrait être suivi d'un nouveau prélèvement avec analyse des éléments notés précédemment en excès.

Référence :

BERGA-Sud, 1997 : Rapport hydrogéologique. Forage de reconnaissance. Essai par pompage. Réalisé à la demande de la Mairie de St Bonnet e Chirac. Rapport n° 48/138 C 97075 du 8 septembre 1997. MICHEL D., FRANCOIS J.M., 10 p., + figures et annexes.

Remarques :

L'aquifère inférieur capté est de type karstique bien marqué, avec des pertes totales notées lors de la foration et des essais de pompages. La productivité de l'ouvrage est limitée. La couverture de marnes et la cimentation assurent une bonne protection de la ressource.

Forage de reconnaissance de BRENOUX - au lieu-dit "le Réservoir", hameau de Langlade

Recherche d'eau pour la commune de BRENOUX réalisée après une étude d'identification hydrogéologique du BRGM axée sur la diversification de la ressource exploitée et sur la mobilisation de l'eau contenue dans l'aquifère inférieur du Lias, avec les calcaires et les dolomies sous-jacents aux marnes du Domérien.

Ce forage assure le renforcement de la fourniture d'eau mobilisée antérieurement au captage gravitaire de la source de Malaval ou du Ravin de l'Aigle à raison de 100 à 150 m³/j. Cette ressource était notablement insuffisante lors des étiages sévères (q < 2 m³/h).

Les solutions de secours adoptées : à partir de **la source de FONTMAURE** et de la source de la Venède n'étaient absolument pas satisfaisantes.

Travaux de forage confiés par la DDAF à l'entreprise BONIFACE Frères de Lunel, dates de réalisation : **du 16 au 27 octobre 1989.**

Forage de LANGLADE :

Coordonnées Lambert : X = 695,78 Y = 3243,60 Z # 795 m,
appartenant à la feuille IGN de Mende **n° 862. 8X.**
implanté à 300 m au NE du hameau de Langlade, à proximité immédiate du réservoir.

La coupe géologique et la coupe technique du forage sont fournies avec la figure C :

- exécution au marteau fond de trou en ∅ 200 mm de 0 à 12 m, puis en ∅ 152 mm de 12 à 200 m;
- **profondeur finale : 200 m**
- tubages acier en ∅ 160x168 mm de +0,20 à 12 m, fichés dans l'argile et cimenté à l'extrados,
- tubage PVC en ∅ 112x125 mm de 0 à 200 m, crépiné entre 145 et 195 m (sur 50 m), ouvertures circulaires multiples.

Coupe géologique :
- de 0 à 45 m, marnes grises compactes et monotones du Domérien,
- de 45 à 95 m, calcaires gris-noirs et calcaires gréseux intercalés de marnes du Carixien,
- de 95 à 116 m, calcaires gris-clairs spathiques à finement grenus du Sinémurien,
- de 116 à 155 m, alternance de calcaires blancs et de marnes de l'Hettangien supérieur,
- de 155 à 200 m, marno-calcaires, calcaires en plaquettes et marnes noires à passées ligniteuses de l'Hettangien inférieur.

Les calcaires magnésiens jaunes et les calcaires capucins dolomitiques puis les grès arkosiques du Rhétien n'ont pas été atteints. Le réservoir traversé est peu fissuré et à caractère karstique très peu marqué.

Failles recoupées à 82, 90 à 98, 105, 143, 174, 179 et 193 m. Les principales venues d'eau se situent entre 100 et 200 m, et les plus fortes à partir de 175 m.

Le **niveau de l'eau au repos le 27.10.89 était à 46,65 m.**

Essais de pompage :

- du 25 au 26 octobre 1989 au débit de 2,5 m³/h, pour une durée totale de 25 heures, puis du 11 au 12 décembre 1989 avec des paliers de **débits croissants de 2 à 6,1 m³/h,** pour une durée de 24 heures, à la pompe électrique immergée de 4",

- évolution transitoire de la baisse du niveau dynamique et absence de limites de l'aquifère ou de stabilisation (rejet des eaux d'exhaure en aval du forage sans risque de recyclage),

- rabattement maximum de 16,35 m à 2,5 m³/h, et de 48,76 m à 6,14 m³/h,

- remontée observée sur 23 heures pour l'essai n°1 et sur 18 heures pour le deuxième essai avec des rabattements résiduels de 2,55 et de 6,80 m.

Contrôles de la conductivité et de la température à la sonde WTW LF 91, sur le **forage de LANGLADE : T = 17 à 17,2°C, C= 312 à 315 µS/cm, la température est constante, liée au degré géothermique, et notablement plus élevée que pour les sources voisines.** Les sources de Malaval avec T = 7,8 à 12,1°C et C = 395 à 442 µS/cm, et de **FONTMAURE** avec T = 8 à 11,2°C et C = 152 à 209 µS/cm traduisent un cheminement rapide depuis les perte situées en amont avec des risques évidents de pollution.

Interprétation des essais de pompage :

- les débits spécifiques sont compris entre 200 et 300 l/h/m, les rabattements sont forts, les rabattements résiduels sont importants : de 2,55m pour l'essai n°1 après 23 h de remontée et de 6,80 m après 18 h de remontée pour l'essai n°2,

- des rabattements importants sont à attendre en cas d'exploitation en continu.- les valeurs de transmissivité calculées sur la descente et la remontée sont :
  T = 1,7 à 3,2.10^{-5} m^2/s avec ISAPE et de 1,7 à 5,4.10^{-5} m^2/s avec Jacob.

Résultats de l'analyse d'eau de première adduction du 26 octobre 1989 effectuée par le laboratoire IBB :

- aucun élément en excès, sans nitrates (0.9 mg/l) et nitrites, **résidu sec de 212 mg/l**, valeur intermédiaire entre les eaux de Malaval, plus minéralisées et celles de Fontmaure moins minéralisées et hétérothermes,

- **eau de type bicarbonatée calcique et magnésienne, peu minéralisée,** à pH = 7,65, C = 282 µS/cm,

- bactériologiquement potable,

- les conditions de protection du captage avec la cimentation en tête sur 12 m, et la couverture des marnes sur plus 75 m sont excellentes.

Proposition d'exploitation de ce forage :

La capacité de production de cet ouvrage (de reconnaissance) **était fixée entre 6 et 8 m^3/h,** en plaçant la pompe à 140 m de profondeur, et en adoptant une électrovanne qui assure le démarrage et l'arrêt progressif des pompages. Cet ouvrage est en exploitation depuis près de 10 ans (AEP de Brenoux).

Références :

BERARD P., 1989 : Renforcement de l'AEP de BRENOUX (Lozère). Identification hydrogéologique et devis-programme. Rapport BRGM 89 LRO 796 PR d'août 1989.

BERARD P., 1989 : Renforcement de l'AEP de BRENOUX (Lozère). Réalisation d'un forage à Langlade. Rapport BRGM 89 LRO 822 PR du 29 décembre 1989. 10 p., + figures et annexes.

Remarques :

"Les formations calcaires du Lias renferment **un aquifère peu fissuré situé en position de nappe captive sous les marnes du Domérien-Carixien.** Les venues d'eau sont profondes ... et d'une façon générale on note l'absence de karstification des horizons calcaires qui ne sont que très ponctuellement fissurés. **Les nombreuses intercalations de marnes interdisent ou limitent d'autre part les cheminements verticaux des eaux entre les différents horizons calcaires.**

L'écran est total, en particulier avec le réseau karstique de sub-surface à l'origine de **l'émergence de FONTMAURE** dont les relations ont été démontrées par traçage depuis le

secteur de Vareilles à l'Est, et de St Etienne de Valdonnez au SE (pertes de Bramefon, du Merdaric, du Bramont colorées par Y. MAURIN en 1982 et en 1983. De même, il n'y a, à plus forte raison, **aucune relation possible avec les systèmes aquifères du Jurassique moyen et supérieur du Causse de Mende,** à l'origine de nombreuses sources de coteau dont Malaval fait partie."

L'exploitation de ce type réservoir mérite d'être envisagée dans le cadre de la fourniture d'eaux naturellement potables dont la protection par rapport à tous les risques de surface est parfaitement assurée. Des investigations et vérifications complémentaires sont à entreprendre notamment sur la constance de la qualité des eaux, sur les isotopes et sur les conditions de réalimentation de cet aquifère, avant que de définir plus précisément les modalités d'exploitation et d'équipement d'un ouvrage définitif.

Des reconnaissances plus profondes vers les réservoirs calcaires et dolomitiques du Rhétien et du toit du Trias (à pousser jusqu'au socle), pourraient conduire à l'identification d'eaux plus minéralisées, plus chaudes, et à caractéristiques physico-chimiques plus intéressantes dans le cadre d'autres utilisations que pour l'eau potable.

Forages de reconnaissance pour l'AEP de BANASSAC au lieu-dit "Le Ségala" et "Le Moulin" de Saint-Saturnin

Forages du SEGALA - F1 et F2

Il est à noter que **deux forages de recherche d'eau au Permien** ont été effectué entre le 10 et le 12 décembre 1985 dans le secteur sud du réservoir du Ségala, sur la commune de Banassac, en rive droite du Lot : le **forage F1** au nord du chemin d'accès au réservoir, et le **forage F2** à 40 m au Sud de F1, en bordure de la route D.988 de St-Géniès-d'Olt.

Les formations traversées étaient représentées par ***des argilites et des pélites très fines de couleur rouge et par des grès fins et rouges du Permien (Saxonien)*** qui surmontaient le socle.

Sur **le forage du SEGALA F1**, dont le n° BSS est **885.4X.19**, et les coordonnées géographiques :

X = 667,74 Y = 3238,24 Z # 530 m,

les micaschistes ont été touchés à 35 m de profondeur. A ce niveau, une petite venue d'eau a été identifiée , avec un débit de l'ordre de 1 m^3/h. Le débit mesuré par "soufflage air-lift" en fin de foration (forage poursuivi jusqu'à 51 m) était de 1,13 m^3/h.

Ce forage était artésien et coulait initialement à 220 l/h le 13.12.85. **La température de l'eau était de 11,8°C et sa conductivité de 840 µS/cm traduisant une minéralisation relativement élevée** (elle n'était que de 375 µS/cm sur le captage AEP de ROCAYZOU, dont la source est issue des dolomies du Bathonien de l'aquifère supérieur).

La valeur de conductivité élevée de l'eau de ce forage est à comparer avec la minéralisation des sources de la **Fontaine de la REPUBLIQUE** (C = 673 µS/cm).

Sur **le forage du SEGALA F2**, dont le n° BSS est **885.4X.18**, et les coordonnées géographiques :

X = 667,76 Y = 3238,20 Z # 525 m,

les micaschistes ont été touchés à 44,50 m de profondeur. Une petite venue d'eau (100 l/h) avait été identifiée à 26,30 m, et le niveau de l'eau au repos s'établissait à -3,25 m/TN.

Forage du MOULIN

En 1996, une reconnaissance par forage a été réalisée en liaison avec la DDE/AGTVX A75 après une étude de recherche d'une ressource de substitution provisoire à la source de ROQUAIZOU en cas de pollution accidentelle ou d'arrêt d'exploitation. Reconnaissance hydrogéologique par forage du réservoir dolomitique du Lias au contact avec le Permien.

Le forage du MOULIN (ou forage de BANASSAC 1) est implanté à 2300 m au SSW de Banassac, en rive gauche du ruisseau de St-Saturnin. Ce forage devait assurer le renforcement de la fourniture d'eau de la commune de Banassac mobilisée antérieurement de façon gravitaire depuis la source de Roquaizou 350 m^3/j en période estivale, situant les besoins à environ 20 m^3/h.

Travaux de forage confiés par la DDE à l'entreprise COFOR, réalisation du 19 février au 8 mars 1996.

Forage du MOULIN :

Coordonnées Lambert : X = 667,70 Y = 3235,58 Z # 600 m,
feuille IGN de Séverac-le-Château, **numéro BSS : 885.4X.24**.

La coupe géologique et la coupe technique du forage indiquent son exécution au rotary en ∅ 24" (609 mm) de 0 à 14,60 m, puis au marteau fond de trou en ∅ 245 mm de 14,60 à 30,50 m, et en ∅ 8"1/2 (216 mm) de 30,50 à 206 m. **Profondeur finale : 206 m.**

Tubages acier en ∅ 578 mm de 0 à 14,60 m, avec cimentation de 0 à 18,50 m, tubage PVC en ∅ 160 mm de 0 à 103,50 m.
Forage laissé en trou nu de 103,50 à 206 m.

Coupe géologique :

- de 0 à 4 m, argiles marron à graviers (formations de recouvrement)
- de 4 à 18 m, marnes grises compactes feuilletées à petits bancs calcaires du Domérien,
- de 18 à 32 m, calcaires détritiques beiges puis gris et niveaux argileux du Carixien,
- de 32 à 47 m, calcaires gris à beiges et dolomies bleues à grises fracturées du Lotharingien,
- de 47 à 189,50 m, dolomies beiges à passées argileuses puis détritiques et gréseuses du Sinémurien et de l'Hettangien supérieur, (Rhétien-Hettagien inférieur non observé)
- de 189,50 à 206 m, siltites rouges à lie de vin argileuses, sables fins micacés du Saxonien.

L'aquifère capté se limite essentiellement aux fractures affectant les dolomies de l'Hettangien et au contact Hettangien-Permien. Le forage a recoupé 3 zones fracturées et/ou karstifiées avec avancement plus rapide et venues d'eau qui se répartissent comme suit :

- de 18 à 18,40 m, chute d'outil, venue d'eau de 5 à 6 m^3/h, isolée par cimentation, sur PVC de 8"1/2 dans un annulaire de 9"5/8,
- de 157 à 158 m, zone broyée et venues d'eau de 5 à 6 m^3/h,
- de 189 à 189,50 m, zone altérée et venue d'eau # 20 m^3/h.

En fin de foration, le débit par soufflage à l'air était de 25 à 30 m^3/h, **avec T = 16,2°C et C = 2500 µS/cm.** Le développement s'est déroulé sur 20 heures en "gaz-lift" double colonne 1"/5", avec 4 paliers de 1 heure, jusqu'au débit de 20,4 m^3/h, l'eau restait encore chargée, laiteuse et opaque. **Le niveau de l'eau au repos le 6 mars 1996 était à 12,07 m.**

Essais de pompage :

- le 22 mars 1996, **5 paliers de 1 heure de 10 à 33,5 m^3/h,**
- pompage de longue durée du 25 au 28 mars 1996, avec une pompe GUINARD ∅ 6" placée à 97,50 m (débit fixé à 20 m^3/h), suivi du niveau avec un capteur de pression PARATRONIC 10 bars, ∅ 23 mm, immergé à 90 m, relié à un MADO,
- évolution transitoire de la baisse du niveau dynamique (niveau non stabilisé après 72 heures de pompage) et suivi de la remontée du niveau pendant 24 heures,
- rabattement maximum d'environ 60 m,
- rejet des eaux d'exhaure en aval du forage sans risque de recyclage,

Interprétation des essais de pompage :

- les débits spécifiques sont compris entre 530 et 650 l/h/m, les rabattements sont forts (62,94 m pour 33,5 m^3/h),
- la courbe caractéristique du forage est : $\Delta = 4{,}4.10^3Q + 2{,}6.10^5Q^2$, à partir de ces données, le débit critique de l'ouvrage a été estimé à environ 16 m^3/h,
- le pompage de longue durée a été interprété avec le logiciel ISAPE et le schéma de THEIS, les valeurs de transmissivité calculées sur la descente et la remontée sont :
- **T = 2 à 3.10^{-4} m^2/s, S = 10^{-5} , présence de limites étanches à 650 et à 1000 m.**

Ces résultats indiquent " soit un aquifère fissuré sans conduit karstique individualisé, et avec de fortes pertes de charge quadratiques (250 000 s^2/m^5), induisant un comportement de type poreux, soit une structure karstique mais avec des vitesses d'écoulement trop lentes pour que le fonctionnement soit de type karstique.

Résultats de l'analyse d'eau : le prélèvement pour l'**analyse de première adduction** a été effectué le 27 mars 1996 par l'Institut Bouisson-Bertrand, les résultats sont repris en partie ci-après :

- eau bactériologiquement potable, à pH basique = 8,26, conductivité de 2600 µS/cm,

- éléments en excès : la turbidité avec 25 NTU, les sulfates avec 1573 mg/l, le magnésium à 108 mg/l, le fer à 1,1 mg/l, le manganèse à 74 mg/l, et le résidu sec à 2464 mg/l; **il est à noter que ces éléments ne sont pas classés en substances toxiques,**

- pas de radioélément artificiel, sans nitrates (0,5 mg/l) et nitrites ou ammonium,

- **eau de type sulfatée calcique et magnésienne, très minéralisée, ces concentrations sont liées à l'origine de l'eau au droit du Lias, et du Trias, en contact avec le Permien**

- les conditions de protection du captage sont bonnes, avec une cimentation en tête sur 30 m associée à la couverture des marnes sur 18 m.

Proposition d'exploitation du forage du MOULIN :

"Une simulation d'exploitation a été réalisée avec le logiciel ISAPE, sans prise en compte de recharge. Elle indique un rabattement proche de 255 m après 365 jours de pompage à 20 m^3/h; à 10,5 m^3/h, le rabattement final obtenu n'est plus que de 105 m. Il n'est pas certain que la réalimentation de l'aquifère soit suffisante pour fournir le débit de pointe souhaité de 20 m^3/h.

Un mélange avec des eaux d'une autre origine est à envisager en cas d'exploitation de ce forage pour la fourniture d'eau potable."

Références :

AUROUX F., VIOLET J., 1996 : Rapport d'exécution de travaux concernant un forage de reconnaissance "BANASSAC 1" et les pompages d'essai en vue de l'adduction en eau potable de la commune de Banassac (48). Rapport ANTEA A 05900 de juillet 1996. 10 p., + figures et annexes.

MARCHAL J.P., VIALA J.P., 1986 : Renforcement de l'alimentation en eau potable de la commune de Banassac (Lozère). BRGM 86 LRO 639, 12 p., 8 ann.

Forage du RESERVOIR - Commune du Monastier

Recherche d'eau réalisée en liaison avec la DDE de la Lozère/AGTVX A75 après une étude en 1993 de recherche d'une ressource de substitution à la source des ROMAINS, unique point de captage susceptible d'être condamné par le tracé de l'autoroute.

Reconnaissances hydrogéologiques par forage en 1992 conduite par le CETE avec la réalisation du forage de la Planchette à 85 m de profondeur, vulnérable aux eaux de surface (risques de contamination) et d'un débit limité entre 5 et 7 m^3/h. L'eau est de bonne qualité physico-chimique.

Réalisation en octobre 1993 par le BRGM du forage du RESERVOIR avec une profondeur de 117 m. Forage artésien pouvant fournir 10 m^3/h en hautes eaux. Présence de limites identifiées lors des essais de pompage. **Eau bactériologiquement potable** et de qualité physico-chimique "correcte", **avec cependant des valeurs élevées de sodium (137 mg/l), de fer (0,19 mg/l), et surtout un excès en fluorures avec 2,5 mg/l alors que la norme maximale admise est de 1,5 mg/l.**

Travaux de forage confiés par la DDE à l'entreprise BONIFACE Frères de Lunel pour la Planchette, et ROUDIL Forages de Nîmes pour le forage du Réservoir. C'est ce dernier forage et les résultats des tests de pompages et des analyses d'eau qui sont examiné plus en détail ici, notamment après la reprise de nouveaux tests de pompage par ANTEA en octobre 1994 : essais par paliers et de longue durée et analyses d'eau.

Dates de réalisation du **forage du RESERVOIR** : du 20 au 25 octobre 1993.

Coordonnées Lambert : X = 672,25 Y = 3246,30 Z # 623 m,
appartenant à la feuille de St-Geniez-d'Olt, **numéro BSS : 862.5X.14.**

Forage implanté à 300 m à l'Ouest du village, en rive gauche du ruisseau de la Planchette et en contre-haut de la route.

La coupe géologique et la coupe technique du forage sont fournies avec la figure E :

- Exécution au rotary en ∅ 8"1/2 (216 mm) de 0 à 10 m, puis au marteau fond de trou en ∅ 155 mm de 10 à 117 m;
- **profondeur finale : 117 m**
- tubage acier en ∅ 160 mm de 0 à 10 m, avec cimentation gravitaire,
- tubage PVC en ∅ 115 mm de 0 à 117 m, crépiné de 50 à 100 m, sur 50 m.

Coupe géologique :
- de 0 à 38 m, alternance de calcaires gris-bleus et de marnes,
- de 38 à 50 m, marnes noires feuilletées à rares petits bancs calcaires du Domérien,
- de 50 à 78 m, calcaires gris à marnes noires, puis jaunâtres peu marneux, du Carixien,
- de 78 à 96 m, calcaires argileux verdâtres et argiles blanches ou calcaires beiges,
- de 96 à 103 m, calcaire capucins détritiques et enfin gréseux du Sinémurien et de l'Hettangien supérieur,
- de 103 à 109 m, grès rouges ou verts et argiles rouges, arkoses, Rhétien-Hettangien inférieur, ou Trias,
- de 109 à 117 m, gneiss marrons altérés sur 2 m puis gneiss sains.

Essais effectués en 1993 :

En fin de foration, le débit artésien naturel était de 13 à 20 m³/h, le niveau mesuré le 2 novembre 1993 indiquait une pression de 3,5 bars, soit 35 m de charge.

Le premier test de pompage du 2 au 4 novembre 1993 a duré 44,5h, au débit compris entre 15 et 13,5 m³/h en fin de pompage, et un niveau dynamique à -32,97 m/TN soit un rabattement de 67,97 m par rapport à la charge initiale.

Ce pompage de longue durée a été interprété avec le logiciel ISAPE et permis d'identifier une limite étanche (panneau calcaréo-dolomitique effondré), les valeurs obtenues pour la transmissivité et l'emmagasinement sont :

$$T \# 7.10^{-5}\ m^2/s \quad \text{et} \quad S = 10^{-5}.$$

La productivité est modeste avec un débit spécifique de 190 l/h/m, on note une interférence de 0,38 à 0,72 m avec le forage de la Planchette.

Les eaux sont bicarbonatées sodiques (137 mg/l de Na), **riches en fluor,** le fer est en limite de concentration maximale admissible avec 0,19 mg/l. Il n'y a pas de nitrates (0,1 mg/l) et très peu de chlorures (4,3 mg/l).

Essais effectués en octobre 1994 :

Ces tests de pompage ont été réalisés du 13 au 25 octobre 1994 par la société CORREF :

- pompages selon 3 paliers de 1 heure le 14.10.94, pompe FLYGHT de 4" à 45 m de profondeur, enregistreurs de niveau MADO sur le forage et sur les forages de la Planchette à 1 km, et débitmètre SC 80 AS KHRONE à flux magnétique,

- pompage de longue durée (11 jours) à compter du 14 au 25.10.94.

Des pluies importantes ont eu lieu le 19 et la 23 octobre, un arrêt du pompage pendant 11 heures a eu lieu dans la nuit du 19 au 20.10.

Pression avant début du pompage de 4 bars, débit artésien évalué entre 7 et 8 m^3/h.

L'interprétation des paliers de pompage à 7.9, 9.8 et 13.7 m^3/h, indique un développement en cours, et **un débit spécifique de l'ordre de 200 l/h/m.**

Le pompage de longue durée au débit de 10.2 m^3/h indique un rabattement maximum de 62,35 m (à -22,35 m sous le TN), sans stabilisation, ni accentuation du rabattement. Au bout de 3 à 4 heures une interférence est notée sur les forages de la Planchette, avec 1,20 et 0,80 m en fin de pompage.

L'interprétation avec le logiciel ISAPE et le schéma de THEIS indique les valeurs de paramètres hydrodynamiques suivantes :

$$T = 9.10^{-5}\ m^2/s \quad \text{et} \quad S = 3.10^{-7},$$

valeurs faibles qui confirment celles de 1993 ainsi que le comportement global observé.

On a donc la vidange d'une capacité à débit constant traduite par l'évolution linéaire du rabattement, égale à la différence entre le débit d'alimentation du système et celui pompé. L'extension du réservoir est donc relativement limitée., caractéristique d'un système captif avec une transmissivité faible.

"Dans les conditions hydrodynamiques du pompage, il n'est pas possible de mobiliser d'autres réserves que celles correspondant au débit d'alimentation, celui-ci est nettement inférieur à 10 m^3/h... Dans ces conditions, en période d'étiage prononcé, l'exploitation du forage à un débit supérieur à 8 m^3/h risque de poser des problèmes importants"

Des prélèvements ont été effectués pour **l'analyse du fluor. Il se retrouve en excès sur le seul forage du RESERVOIR avec 2,03 et 2,23 mg/l.** Il est préconisé de diluer l'eau du forage par mélange avec celle d'un autre point exploité

Sur les autres ouvrages, il est compris entre 0,14 et 0,68 mg/l. Ces teneurs n'auraient pas évolué au cours du pompage. La fluorine est naturelle et associée ici aux nombreux gisements de barytine. Les différences dans les teneurs sont liées à la situation du forage vis à vis des structures faillées ou des gisements

Référence :

BRANEYRE M., 1994 : Pompage d'essai d'octobre 1994 sur le forage du Réservoir. Commune du MONASTIER (48). Rapport ANTEA A 01567 de novembre 1994. 15 p., + figures et annexes.

Forages de TREMOULI pour la pisciculture A.P.P. de la Lozère située sur la Commune de la CANOURGUE

Recherche d'eau réalisée par la pisciculture (Mr FORESTIER), sous la supervision du BE LANGUEDOC HYDRO-SERVICES. **Les données sur ces travaux et sur les résultats obtenus sont très incomplètes.** Trémouli se situe à 1 km au SE de la Canourgue et utilise pour la pisciculture les eaux de l'Urugne. Cette pisciculture est située en rive gauche et nettement en amont (à 500 m) de la source de Saint-Frézal.

Il s'agissait de reconnaître les aquifères pouvant être contenus dans les calcaires et dolomies de l'Infra-Lias ou dans les grès et pélites du Permien supérieur, repérables en bordure de la RN9 au bas de la montée de Banassac. L'objectif était l'obtention d'une ressource complémentaire de bonne qualité et en principe d'une température plus élevée.

Un forage de reconnaissance F1 a été réalisé en 1989, atteignant la profondeur de 118 m.

Dates de réalisation ?, Entreprise ?, Localisation exacte et coordonnées ?, ...

La coupe géologique et la coupe technique du forage F1 sont fournies avec la figure F.

- Exécution au rotary en ∅ 160 mm puis alésage en ∅ 210 mm de 0 à 25,60 m,
- puis au marteau fond de trou en ∅ 140 mm de 25,60 à 118 m;
- **profondeur finale : 118 m**
- tubage acier en ∅ 160x168 mm de 0 à 23,60 m,
- forage laissé en trou nu de 23,60 à 118 m.

Coupe géologique :

- de 0 à 18 m, éboulis de pente à cailloutis calcaires et argiles rouges et grises,
- de 18 à 24 m, galets roulés pluricentimétriques et tufs, zone aquifère productive,
- de 24 à 64 m, calcaires gris à gris beiges ou bleutés du Sinémurien,
- de 64 à 118 m, calcaires beige-clair à gris et intercalations de marnes gris-noir de l'Hettangien, calcaires blancs fissurés et aquifères de 112 à 118 m.

Venues d'eau de 1 m^3/h à 14 m, et de 11 m^3/h à 20 m pour la partie de couverture collu-alluviale, **venues d'eau de** 1 m^3/h à 27 m, de 2 m^3/h à 31 m, de 5 m^3/h à 65 m, de 8,5 m^3/h à 103 m et de **21 m^3/h à 118 m pour la partie calcaire.**

Niveau de l'eau à 7,65 m/TN pour le premier aquifère.

Un forage de production F2 a été réalisé en 1989, atteignant la profondeur de 25,40 m, il ne sollicite que l'aquifère supérieur.

La coupe géologique et la coupe technique du forage F1 sont fournies avec la figure G.

- Exécution au rotary en ∅ 200 mm de 0 à 26 m,
- puis tubage acier en ∅ 160x168 mm, crépiné sur 6 m de 19,40 à 25,40 m (fentes au chalumeau) au droit des alluvions quaternaires.

Coupe géologique :

- de 0 à 12 m, éboulis de pente à cailloutis calcaires et argiles rouges,

- de 12 à 18 m, galets roulés et argiles,

- de 18 à 25,40 m, galets calcaires arrondis et tufs jaunes, zone aquifère.

Débit air-lift extrait en soufflage supérieur à 50 m³/h;

Ce forage F2 a fait l'objet d'un test de pompage à compter du 20 décembre 1989 à la pompe GRUNDFOS de 6" placée à 22 m de profondeur. Le niveau initial était de 6,68 m/tube. Le débit de pompage est passé de 28 à moins de 22 m³/h, la pompe "barbotait" (pompage à niveau constant) après 3 heures de pompage. Ce pompage a eu une durée totale de 48 heures. 48 heures après la fin du pompage le rabattement résiduel était encore de 1,62 m.

La potentialité de l'aquifère supérieur serait de l'ordre de la dizaine de m³/h.

On ne possède aucune information sur la température, la conductivité ou la qualité de l'eau tant pour l'aquifère supérieur, que pour l'aquifère inférieur. **Ces 2 ouvrages ne sont pas utilisés.**

Références :

LANGUEDOC HYDRO-SERVICES, 1989 : Résultats de la recherche par forages de reconnaissance. Forages de TREMOULI. Note de fin de travaux. Rapport du 18 décembre 1989.

LANGUEDOC HYDRO-SERVICES, 1990 : Essai par pompage sur le forage n°2 de "TREMOULI" à la Canourgue. Note du 5 janvier 1990.

Remarques :

Bien que sollicitant l'aquifère inférieur, le forage F1 aurait été arrêté trop tôt. Il est assez peu indicatif des caractéristiques des deux aquifères traversés, et des potentialités réelles du réservoir profond dans ce secteur.

Les informations sont également trop imprécises pour pouvoir valoriser ces reconnaissances, notamment sur l'interprétation des tests de pompages et sur les paramètres physico-chimiques des eaux qu'il serait très intéressant de connaître et de comparer aux résultats obtenus sur le forage du Moulin au Sud de Banassac.

c) Forages de reconnaissances minières du CHAMBONNET et de MONTBRUN

Communes de Quézac et de Montbrun

En rive droite et gauche et en amont des Gorges du Tarn, **au hameau du CHAMBONNET et sur la commune de MONTBRUN**, plus en aval vers le SSW, **trois forages de prospection minière** ont été réalisés en 1971 et en 1973 par la SMM PENNAROYA de Largentière dans le cadre de recherches de plomb, zinc, argent et cuivre.

Entre ces trois forages on observe un accroissement très notable de l'épaisseur des séries traversées : avec les calcaires à chailles du Bajocien inférieur qui passent de 50 m en NF1 à 80 en NF2, les calcaires marneux de l'Aalénien, passant de 60 à 80 m, les marnes du Toarcien et du Domérien de 122 à 234 m représentant le toit imperméable de l'aquifère inférieur, et les calcaires dolomitiques et les calcaires marneux du Carixien, du Lotharingien et du Sinémurien passant de 49 à 101 m.

Le toit des séries calcaires et dolomitiques du Carixien se situe respectivement à la cote de 203 m NGF en NF1 et à la cote de -109 m NGF en NF2, ce qui représente une différence d'altitude de 310 m, à mettre en rapport avec l'accroissement de la température de l'eau liée au gradient géothermique.

Les forages NF1 et NF2 ont tous deux été artésiens, présentant **des eaux moyennement minéralisées, de type bicarbonatées et sulfatées calciques,** (analyse de L. ROUQUET du 28 septembre 1974 en NF1).

Le forage du CHAMBONNET : NF1

n° BSS : 886.8X.42
Coordonnées : X = 694,20 Y = 3228,93 Z # 505 m

Réalisé du 14 juin au 8 juillet 1971, ce forage est situé entre Molines et Montbrun à 2250 m au Sud de la source Diva, immédiatement au Sud du hameau du Chambonnet, sous la RN 107bis.

Il est profond de 346,25 m. Il a traversé les séries sédimentaires du Jurassique moyen (dolomies du Bathonien) et du Lias (calcaires, marnes et dolomies). Il a été arrêté dans les calcaires argileux et dolomies du Sinémurien : "stoppé pour des raisons techniques".

En fin d'exécution, **son débit artésien était de 2 à 3 l/s** (7 à 10 m3/h); **la température de l'eau était de 27,5°C (et de 28,4°C** le 8 septembre 1974), son TH = 64°F, son TAC = 11,4°F, son pH = 6,8 et sa résistivité de 960 ohms.cm : **résidu sec de l'ordre de 750 mg/l**.

Ces caractéristiques semblent indiquer une origine de l'eau plus profonde que celle qui a été atteinte par le forage, permettant de la qualifier d'**eau thermo-minérale.**

(in L. ROUQUET, 1976 : Ca – 173, Mg – 47,6, K – 14,9, Na – 21,4 Cl – 7,1, SO4 – 117,1 mg/l).

L'eau du forage NF1 est qualifiée de bicarbonatée et sulfatée calcique.

Le forage de MONTBRUN : NF2

n° BSS : 886.7X.47
Coordonnées : X = 693,06 Y = 3227,45 Z # 488 m
lieu-dit : station de pompage de Montbrun, en rive gauche du Tarn.

Situé en face du village de Montbrun, à 1000 m en aval au SW de NF3, ce forage débute dans les alluvions du Tarn qui recouvrent le Bathonien supérieur dolomitique.

Sa profondeur est de 700,30 m.

Le forage de la CARRIERE : NF3

n° BSS : 886.8X.43
Coordonnées : X = 639,80 Y = 3228,10 Z # 510 m
lieu-dit : MOURELOUVE, ou carrière de Montbrun

Exécuté en carottage continu du 25 août au 28 septembre 1973, à 1000 m en aval de NF1, **la profondeur finale de ce forage est de 445,90 m.**

D'importantes venues d'eau ont été notées à partir de 390 m dans les calcaires gris graveleux du Carixien. Il est arrêté dans les calcarénites et dolomies du Sinémurien.

La température de l'eau était de 30°C, et sa résistivité de 1080 ohms.cm, soit un peu moins minéralisée que celle de NF1, mais avec **un résidu sec restant autour de 670 mg/l**.

Références :

Les coupes géologiques interprétatives et les logs lithostratigraphiques sont extraits des dossiers de la Banque des données du Sous-Sol (BSS) du BRGM.

5.3.2 - Les sources karstiques de l'aquifère supérieur

Les sources de la MALENE *(ou sources du MOULIN de la MALENE)* - Commune de la Malène

Ces sources (*Photo 27*) sont situées dans les Gorges du Tarn, presqu'en face (à 150 m à l'ouest) de l'exsurgence des Ardennes (886.6X.3), à 450 m en amont du village de la Malène vers le NE, ce qui les situe en amont du plan d'eau de la digue du Moulin, en rive droite du Tarn.

Les coordonnées géographiques de **la source du MOULIN de la MALENE** sont les suivantes :

X = 678,88 Y = 3223,12 Z # 445 m
n° indice BSS : 886.5X.29,

celles des deux émergences secondaires repérées à 58 m en amont :

X = 678,92 **Y = 3223,16** **Z # 445 m.**

On peut qualifier la source du MOULIN de la MALENE de thermale du fait de sa température qui est "constante" et égale à 16,5°C, (à 17,5°C : E.A. MARTEL, 1936).

C'est la température la plus élevée, enregistrée sur une émergence karstique de l'aquifères supérieur de la région médiane des Grands Causses, la température des eaux des autres sources étant pour la plupart du temps comprise entre 9 et 11°C, et toujours inférieure à 13°C.

Son faciès chimique est de type bicarbonaté-calcique, avec une faible teneur en magnésium. Elle est issue de l'aquifère supérieur, au dessus du Bajocien-Bathonien.

Les résultats de l'analyse de L. ROUQUET (en mg/l) en date du 26 septembre 1974 sont les suivants :

Ca – 73, Mg – 8,54, K – 0,2, Na – 1,15, Cl – 5,35, SO_4 – tr, TAC – 4,15, pH – 7,45.

Cette émergence particulière du fait de sa température anormalement élevée pourrait être liée à une circulation profonde dans le réservoir karstique (karst noyé) favorisée ou imposée par une structure tectonique d'effondrement. A ce niveau, l'épaisseur des formations carbonatées comprises entre le lit de la rivière et les marnes du Lias est supérieure à 500 m (in *ROUQUET L., 1976, pp.72/73).*

Le 17 juin 1998, le débit de cette source était estimé entre 8 et 12 m³/h (# 3 l/s), la température de l'eau était de 16,4°C et sa conductivité mesurée à 428 µS/cm. Le 13 octobre 1998, sa température était de 15,9°C, pour une conductivité de 430 µS/cm, un pH de 7,52 et un Eh de 309 mV. Le débit de cette émergence principale était de l'ordre de 5 à 7 l/s (soit 300 à 420 l/min).

Pour cette dernière date, ***à 58 m en amont de l'émergence principale nous avons retrouvé deux autres arrivées d'eau*** distantes de 1 m, dont le débit de chacune était de l'ordre de 10 à 15 l/minute. **Leur température était de 17,2°C,** leur pH de 7,52, l'Eh de 317 mV, et leur conductivité de 428 µS/cm; on y notait des dégagements gazeux :venues de gaz sous forme de bulles sous le plan d'eau du Tarn, entre 0,25 et 0,60 m de profondeur.

A la date du 13 octobre 1998, en amont des deux sourcettes, l'eau du Tarn était à 12,2°C avec C # 282 µS/cm, pH = 8, Eh = 335 mV. A une dizaine de mètres en amont de l'émergence principale, l'eau du Tarn était à la mi-juin 98 à une température de 14,2°C et avec une conductivité de 197 µS/cm.

L'eau de **la source du Moulin de la MALENE** est toujours très claire, elle ne trouble jamais. Elle sort d'un mur de pierres sèches, avec de gros blocs calcaires, au même niveau que celui du Tarn "relevé" par la digue, en bordure immédiate du chemin d'accès, sous la végétation arborée, à 150 m en amont du Moulin.

L'arrivée d'eau provoque un flux de sable propre, on y note encore deux grandes dalles aménagées pour favoriser leur écoulement. En amont de la route les formations sont représentées par les calcaires et les dolomies du jurassique supérieur.

Pour les deux autres sources en amont, également issues d'un mur en pierres, on observe des cailloutis calcaires. Toutes ces émergences proviennent dans leur ascension terminale d'un même réservoir : les calcaires en plaquettes et dolomies du Rauracien-Séquanien (J6).

Dans un tel contexte, caractérisé par les satellites d'un accident majeur orienté NNW-SSE, avec plis et failles, (voir carte géologique de Florac), si des recherches devaient être envisagées, elles seraient conduites ***en amont de la route*** des Gorges du Tarn où on note des "faïsses" (des banquettes limitées par des petits murets).

Des travaux de terrassement importants seraient à effectuer pour l'accès au matériel de forage. 3 à 4 sondages d'une profondeur comprise entre 50 et 150 ou 200 m sont à envisager, distants de 100 à 150 m, en retrait par rapport au réseau dont on n'a aucune indication sur la direction et sur son développement.

Cette localisation ***à l'écart de la zone inondable*** et submersible, permet aussi de s'isoler du jardin maraîcher situé en amont, où on observe des stockages et des épandages d'engrais et de fumier. D'où la nécessité de procéder au tubage et à la ***cimentation sous pression des 10 à 20 premiers mètres***.

La source de BURLE - Commune de Sainte-Enimie

A 10 km au NE de la Malène, au centre des Gorges du Tarn, et au centre de Sainte-Enimie dans une reculée qui se situe à 200 m en rive droite du Tarn, apparaît **la source de BURLE.**

Ses coordonnées géographiques sont :

X = 685,57 Y = 3230,21 Z # 480 m,
avec pour indice BSS le **n° 886.6X.47.**

C'est une source karstique très importante au débit variable (1800 m^3/h en moyenne soit 500 l/s), dont le bassin d'alimentation est représenté par l'aquifère karstique supérieur du Causse de Sauveterre. Elle est captée pour l'AEP de la ville et alimente aussi une pompe à chaleur.

La température de l'eau est de 11,2°C, sa conductivité est de 360 µS/cm.

La source de THEBAÏDE - Commune de Mende

En bordure de la route RN 88 et en limite nord du Causse de Mende, **la source de THEBAÏDE** (nom local à vérifier) émerge à la limite entre les formations calcaires et marno-calcaires du Jurassique moyen et les marnes noires imperméables du Lias (Toarcien).

Elle se situe à 2 km au SW de Mende, au sud de la route, avant d'atteindre les ateliers municipaux en direction de Balsièges, sous le "Rocher de Moïse" qui représente l'extrémité ouest du Causse de Mende (***séries carbonatées de l'aquifère supérieur***). Ce Causse est séparé du Causse de Changefège à l'ouest par l'entaille du LOT orientée du nord vers le sud. Les marno-calcaires diaclasés à interlits marneux présentent un pendage de 10° vers le SW

Des éboulis et des dépôts importants de tufs recouverts de mousse verte masquent les griffons dont on n'observe que ceux situés de part et d'autre d'un mur de soutènement maçonné de 6 m de

long qui parait représenter le captage principal de cette source (*Photo 28*). Au centre de ce mur, une porte métallique doit permettre l'accès au captage, elle est fermée par un cadenas.

Les coordonnées de **la source de THEBAÏDE** sont les suivantes :

X = 689,81 **Y = 3246,08** **Z # 710 m,**
appartenant à la feuille de Mende **n°: 862.7X.**

Le 7 avril 1998, la température de l'eau était de 9,9°C et sa conductivité de 503 µS/cm, pour un débit un peu supérieur au m³/h.

Le 17 juin 1998, le débit de la source amont (bouteille en plastique pour prise d'eau) était de l'ordre de 1 l/s (ou 3,6 m³/h); la température de l'eau était de 10,1°C et sa conductivité mesurée à 520 µS/cm.

Le 13 octobre 1998, on notait : T = 10,1°C, C= 505 µS/cm, pH = 7,80, Eh = 417 mV, et le débit global était estimé à 2 m³/h.

Compte-tenu de l'appartenance de cette source à l'aquifère supérieur, il n'a pas été fait de prélèvement pour analyse complète.

Ces eaux sont recueillies par certains habitants de Mende qui leur trouvent peut-être des vertus particulières ?, elles s'évacuent en direction de Balsièges par le fossé de la route. Côté amont, elles se situent sous le chemin d'accès à la Chaumette et à l'Ermitage de St-Privat, et du chemin qui fait le tour du Causse. Cette localisation, en l'absence de terrains de couverture rend compte de la vulnérabilité de cette source par rapport aux pollutions d'origines superficielles et notamment bactériologiques.

Une source secondaire a été notée à 150 m en direction de Mende (100 m avant le parking), avec des caractéristiques comparables le 7.04.98 : T = 9,9°C, C = 535 µS/cm, Q # 900 l/h. Cette source avec pour même origine en bordure NW du Causse de Mende émerge sous un mur, elle est suivie de suintements sur une dizaine de mètres au contact avec les marnes du Toarcien.

6 - Récapitulatif des indices identifiés ou répertoriés

A partir de la recherche bibliographique et de l'ensemble des enquêtes auprès des différents services et organismes possesseurs de données, et auprès des 185 communes du département de la Lozère, nous avons établi un recensement aussi exhaustif que possible des sources, des captages et des indices présentant des caractéristiques spécifiques associées aux eaux thermales et minérales.

Les visites de terrain ont permis de mieux localiser les points retenus qui présentaient le plus d'intérêt, et de les associer à des contextes géomorphologiques et géologiques précis. Les rares informations contenues dans les archives ont été complétées par une identification des températures, des débits lorsque possible, de la conductivité des eaux, du pH et de l'Eh. Les mesures in-situ ont été suivies de dosages et d'analyses multiélémentaires dans nos laboratoires de Montpellier et d'Orléans.

6.1 - RECAPITULATIF DES POINTS D'EAU IDENTIFIES ET DES AQUIFERES ASSOCIES

Les 65 points inventoriés sont récapitulés dans le tableau 17 et comprennent :

- 7 sources et 1 mofette situés dans le département du Cantal,
- 1 source en Haute-Loire,
- 3 sources en Ardèche,
- 33 sources, 15 forages, 2 mofettes et 3 lacs en Lozère, répartis sur 36 communes.

Les mofettes et les lacs sont des indices en relation notamment avec des manifestations volcaniques.

Les répartitions des sources et des forages sont les suivantes :

	Granites et gneiss	**Schistes et micaschistes**	**Calcaires**	**Total**
Sources	**26**	**10**	**8**	**44**
Lozère	*21*	*4*	*8*	*33*
Cantal	3	4	-	7
Haute-Loire	1	-	-	1
Ardèche	1	2	-	3
Forages	**4**	**0**	**11**	**15**
Lozère	*4*		*11*	*15*
Cantal	-	-	-	-
Haute-Loire	-	-	-	-
Ardèche	-	-	-	-
Total	**30**	**10**	**19**	**59 S et F**

Tableau 16 - Répartition des sources et des forages par contexte géologique et par département

N°	Dénomination	Type	INSEE	Commune	Substratum	Lith.	INDICE	X	Y	Z sol
1	Sources du MOULIN	S	48088	La MALENE	Calc. J sup.	C	886.5X.29	678.88	3223.12	445
2	Fontaine de la REPUBLIQUE	S	48034	La CANOURGUE	Calc./pélites	C	885.4X. -	669.70	3237.36	560
3	Source de SAINT-FREZAL	S	48034	La CANOURGUE	Calc/dol. Lias	C	885.4X.15	670.82	3236.97	590
4	Source de CHAUDES-AYGUES	S	48011	AUXILLAC	Calc. Hettang.	C	861.8X. -	670.60	3241.30	615
5	Source de FONT-FORTE	S	48029	Le BORN	Granites	G	862.4X. -	694.91	3256.36	1212
6	Source du RANC	S	48133	ST-AMANS	Granites	G	838.7X. -	688.26	3264.74	1095
7	Source du MAZEL des LAUBIES	S	48083	Les LAUBIES	Granites	G	838.7X. -	688.48	3267.83	1112
8	Source d'ENTRAYGUES	S	48084	LAVAL-ATGER	Gneiss	G	839.2X. -	707.15	3279.37	865
9	Source de FOUON SAGADO	S	48177	ST-PIERRE-le-VIEUX	Granites	G	814.5X. -	677.48	3285.43	845
10	Source de LAVAL	S	48001	ALBARET-le-COMTAL	Micaschistes	$	813.7X. -	661.06	3287.56	765
11	Source de SALIEGES	S	48061	FLORAC	Schistes	$	886.8X. -	698.83	3227.93	530
12	Source de THEBAÏDE	S	48095	MENDE	Calc. J sup.	C	862.7X. -	689.81	3246.08	710
13	Source de FOUON CHALDE	S	48031	BRION	Granites	G	837.3X. -	658.66	3272.57	1128
14	Source JENNY * (non retr.)	S	48046	CHAULHAC	Gneiss	G	814.1X.202	672.20	3293.20	745
15	Source de COULAGNES	S	48029	Le BORN	Granites	G	862.4X. -	695.02	3256.47	1214
16	Source de RUILLES	S	48133	Les LAUBIES	Granites	G	838.7X. -	688.37	3267.24	1080
17	Source du TRIOU	S	48084	LAVAL-ATGER	Granites	G	839.2X. -	709.32	3278.05	1000
18	Source ODIVINE	S	15	FAVEROLLES	Micaschistes	$	813.7X.2	663.67	3289.58	760
19	Source de FONTSARRADE	S	15	LOUBARESSE	Gneiss	G	813.4X.2	670.02	3292.99	765
20	Source du PAR	S	15	CHAUDES-AIGUES	Gneiss	G	813.6X.2	652.65	3283.95	750
21	Source de MAGNAC	S	15	FRIDEFONT	Micaschistes	$	813.7X.1	661.23	3288.45	740
22	Source du TERRAN	S	15	LOUBARESSE	Micaschistes	$	813.4X.3	670.73	3293.29	755
23	Source CHRISTINE	S	15	LOUBARESSE	Micaschistes	$	814.1X.1	671.59	3293.25	750
24	Source de la CHALDETTE	S	48031	BRION	Granites	G	837.2X.201	656.07	3274.97	1010
25	Forage des GRANITS	F	48031	BRION	Granites	G	837.2X.204	656.03	3274.96	1005
26	Source SAINT-MÉEN	S	48070	GRANDRIEU	Granites	G	839.1X. -	703.47	3277.93	530
27	Forage d'ESTABLES (ENG.80)	F	48057	ESTABLES	Granodiorite	G	838.7X. -	690.60	3265.90	1210
28	Forage de MARCHASTEL (ENG.80)	F	48091	MARCHASTEL	Granite porph.	G	837.7X. -	659.90	3261.95	1160
29	Forage d'AUMONT (ENG.80)	F	48009	AUMONT-AUBRAC	Leucogranite	G	838.5X. -	676.50	3269.70	1100
30	Source des GOUTELLES	S	48044	CHAUCHAILLES	Granite porph.	G	837.3X. -	659.44	3276.23	1100
31	Source de MAGAZONE	S	48087	MALBOUZON	Granite porph.	G	837.7X. -	660.00	3268.00	1200
32	Source des CREMADES	S	48080	LANGOGNE	Gneiss oeillés	G	839.7X. -	720.03	3266.65	1030
33	THERMES ROMAINS	S	48076	JAVOLS	Granites	G	838.6X. -	679.80	3266.60	675
34	Source de St-ROCH-Chapelle	S	48079	LAJO	Granites	G	814.7X. -	688.48	3281.52	1287
35	Fontaine de St-ROCH	S	43	CHANALEILLES	Granites	G	814.7X. -	688.72	3281.82	1295

Tableau 17 - Emergences, griffons, captages, forages et indices recensés en 1998

Tableau 17 (suite) - Emergences, griffons, captages, forages et indices recensés en 1998

N°	Dénomination	Type	INSEE	Commune	Substratum	Lith.	INDICE	X	Y	Z sol
36	Source de SARROUL	S	48140	St-CHELY d'APCHER	Granites	G	838.1X. -	673.00	3280.07	1020
37	Source du PUECH BESSON	S	48002	ALBARET-Ste-MARIE	Granites	G	814.5X. -	671.70	3288.12	1048
38	Source de St-FEREOL	S	48127	RIEUTORT de RANDON	Granites	G	862.4X. -	695.72	3259.53	1392
39	Sources de BAGNOLS-les-BAINS	S	48014	BAGNOLS-les-BAINS	Micaschistes	$	863.5X.5	705.74	3245.77	920
40	*Source FROIDE*	S	48014	BAGNOLS-les-BAINS	Micaschistes	$	*863.5X. -*	*705.55*	*3246.00*	*915*
41	Source de SAINT-MÊEN	S	48169	St-LEGER du MALZIEU	Granites	G	814.5X. -	676.83	3287.85	842
42	Source de BURLE	S	48146	SAINTE-ENIMIE	Calc. J.moyen	C	886.6X.47	685.57	3230.21	480
43	Forage des BORIES	F	48138	St-BONNET de CHIRAC	Calc.dol. Lias	C	862.5X. -	675.17	3246.05	740
44	Forage du RESERVOIR	F	48099	Le MONASTIER	Calc.dol. Lias	C	862.5X.14	672.25	3246.30	623
45	Forage de LANGLADE	F	48030	BRENOUX	Calc.dol. Lias	C	862.8X. -	695.82	3243.61	790
46	Source de FONTMAURE	S	48030	BRENOUX	Calc.dol. Lias	C	862.8X.6	695.80	3243.30	760
47	Forage du MOULIN	F	48017	BANASSAC	Calc. Hett.	C	885.4X.24	667.70	3235.58	600
48	Forage de TREMOULI	F	48034	La CANOURGUE	Calc. Hett.	C	885.4X. -	670.86	3235.96	590
49	Forage du SEGALA - F1 (Nord)	F	48017	BANASSAC	Pélites Saxon.	C	885.4X.19	667.74	3238.24	530
50	Forage du SEGALA - F2 (Sud)	F	48017	BANASSAC	Pélites Saxon.	C	885.4X.18	667.76	3238.20	525
51	Forage du CHAMBONNET - NF1	F	48122	QUEZAC	Calc.dol. Lias	C	886.8X.42	694.20	3228.93	505
52	Forage de MONTBRUN - NF2	F	48101	MONTBRUN	Calc.dol. Lias	C	886.7X.47	693.06	3227.45	488
53	Forage de la CARRIERE - NF3	F	48122	QUEZAC	Calc.dol. Lias	C	886.8X.43	639.80	3228.10	510
54	Source DIVA	S	48122	QUEZAC	Dolomies Hett.	C	886.4X.37	694.61	3231.17	495
55	Forage de QUEZAC	F	48122	QUEZAC	Calc-dol./sch.	C	886.4X.65	694.50	3231.16	495
56	*Sources de SAINTE-MARIE (2)*	S	*15*	*Ste-MARIE*	*Gneiss*	*G*	*812.8X.3*	*642.65*	*3286.70*	*690*
57	*Sources de ROUVAYROL (3)*	S	*7*	*St-LAURENT-les-BAINS*	*Gneiss*	*G*	*864.1X.16*	*729.58*	*3257.57*	*848*
58	*Source de HUGON Nord*	S	*7*	*MALARCE sur la THINES*	*Schistes*	*$*	*864.6X.4*	*737.02*	*3242.44*	*315*
59	*Source de HUGON Sud*	S	*7*	*MALARCE sur la THINES*	*Schistes*	*$*	*864.6X.5*	*736.45*	*3241.76*	*275*
60	*Source de MAGABEILLE (Mof.)*	M	48084	LAVAL-ATGER	Basalte	B	839.2X. -	709.05	3278.43	1020
61	*SOGNE MORTE (Mofette ?)*	M	48091	MARCHASTEL	Granite porph.	G	837.7X. -	662.50	3261.00	1224
62	*Mofette de l'Hôtel (?)*	M	*15*	*SAINT-URCIZE*	Granites	G	837.6X. -	653.15	3266.50	1072
63	Lac de SAINT-ANDEOL	L	48091	MARCHASTEL	Gneiss oeillés	G	861.3X. -	659.00	3258.00	1223
64	BORN VEAU (?)	L	48091	MARCHASTEL	Granite porph.	G	861.3X. -	661.00	3257.00	1259
65	Lac des SALHIENS	L	48104	NASBINALS	Basalte	B	837.7X. -	657.40	3260.60	1211

S = sources; F = forages; M = mofettes; L = lacs

G = granites et gneiss; $ = schistes et micaschistes; B = basaltes; C = calcaires et dolomies

Sur le tableau 18, nous rappelons les caractéristiques principales des sources et des forages dont :

- la profondeur (Prof. en mètres),
- la température (T en °C),
- la conductivité (C en µS/cm),
- le débit (en litres/minutes),
- le pH (en Unité pH) et l'Eh (en mV),

mesures effectuées in-situ pour la plupart, et à défaut, reproduisant celles des documents examinés.

Les figures 11 et 12 précisent la situation des points répertoriés suivant le contexte géologique et les unités aquifères avec pour l'intitulé des systèmes aquifères :

- 138 a, b, c, et d, pour les causses du Massegros, de Sauveterre, de Marvejols, de Mende et des Bondons, à formations sédimentaires calcaires et dolomitiques,
- 139 a et b, pour le causse Méjean et la Can de l'Hospitalet, également calcaires et dolomitiques,
- 603 d, pour l'unité métamorphique de Labastide à Langogne,
- 606 b, pour les formations volcaniques de l'Aubrac,
- 607, pour les formations des schistes et des micaschistes, et des granites des Cévennes, de l'Aigoual et du Mont Lozère,
- 608, pour les formations granitiques et gneissiques de la Margeride, de l'Aubrac, et du Gévaudan.

Sur la carte des systèmes aquifères, les formations récentes des bassins intra-cratoniques tertiaires et des alluvions quaternaires ne sont pas représentées.

Sur la figure 13, les points répertoriés ont été positionnés sur le fond des communes, avec les sources et forages exploités, les sources connues et les différents indices de Lozère qui ont été pour la plupart retrouvés ou visités au cours de cette étude.

N°	Dénomination	Type	Substratum	INDICE	Prof.	T (°C)	C (µS/cm)	Q (l/min)	pH	Eh (mV)
1	Sources du MOULIN	S	Calc. J sup.	886.5X.29		16.5	430	300 à 420	7.52	309
2	Fontaine de la REPUBLIQUE	S	Calc./pélites	885.4X. -		19.1	673	15	7.43	314
3	Source de SAINT-FREZAL	S	Calc/dol. Lias	885.4X.15		11.2	454	*200 à 250 l/s*	7.39	405
4	Source de CHAUDES-AYGUES	S	Calc. Hettang.	861.8X. -		21.5	509	240 à 360	7.36	370
5	Source de FONT-FORTE	S	Granites	862.4X. -		7.8	374	2 à 3	5.43	181
6	Source du RANC	S	Granites	*838.7X. -*		9.1	4300	0 à 0.1	6.80	355
7	Source du MAZEL des LAUBIES	S	Granites	838.7X. -		8.8	3570	# 0.4 à 1	6.36	223
8	Source d'ENTRAYGUES	S	Gneiss	839.2X. -		9.2	1241	0.3 à 1.6	6.13	95
9	Source de FOUON SAGADO	S	Granites	814.5X.-		11.2	374	0.8 à 1	6.87	88
10	Source de LAVAL	S	Micaschistes	813.7X. -		11.3	593	3 à 4	6.26	275
11	Source de SALIEGES	S	Schistes	886.8X. -		12.8	3880	# 0.2	6.48	91
12	Source de THEBAIDE	S	Calc. J sup.	862.7X. -		10.1	505	25 à 30	7.80	417
13	Source de FOUON CHALDE	S	Granites	837.3X. -		13.3	91.5	50 à 60	7.37	310
14	Source JENNY * (non retr.)	S	Gneiss	814.1X.202		9.5	*330*	# 1(?)	-	-
15	*Source de COULAGNES*	*S*	*Granites*	*862.4X. -*		*7.0*	*245*	*# 0*	*5.53*	*176*
16	*Source de RUILLES*	*S*	*Granites*	*838.7X. -*		16.3	53.7	-	6.41	-
17	*Source du TRIOU*	*S*	*Granites*	*839.2X. -*		11.0	85	40	-	-
18	*Source ODIVINE*	*S*	*Micaschistes*	*813.7X.2*		9.5	1795	5 à 18	5.75	-
19	*Source de FONTSARRADE*	*S*	*Gneiss*	*813.4X.2*		*6.5*	*1640*	*# 1*	-	-
20	*Source du PAR*	*S*	*Gneiss*	*813.6X.2*		*81.0*	*1390*	*500*	7.00	-
21	*Source de MAGNAC*	*S*	*Micaschistes*	*813.7X.1*		-	-	-	-	-
22	*Source du TERRAN*	*S*	*Micaschistes*	*813.4X.3*		12.5	830	0 à 0.2	-	-
23	*Source CHRISTINE*	*S*	*Micaschistes*	*814.1X.1*		10.0	*710*	# 1	-	-
24	Source de la CHALDETTE	S	Granites	837.2X.201		32.5	*800*	30	7.60	-
25	Forage des GRANITS	F	Granites	837.2X.204		35.1	741	30 à 40	7.20	-
26	Source SAINT-MÉEN	S	Granites	839.1X. -		9.3	33.8	-	-	-
27	Forage d'ESTABLES (ENG.80)	F	Granodiorite	838.7X. -	180	-	-	-	-	-
28	Forage de MARCHASTEL (ENG.80)	F	Granite porph.	837.7X. -	138	-	-	-	-	-
29	**Forage d'AUMONT (ENG.80)**	F	Leucogranite	838.5X. -	150	-	-	-	-	-
30	Source des GOUTELLES	S	Granite porph.	837.3X. -		-	-	-	-	-
31	Source de MAGAZONE	S	Granite porph.	837.7X. -		-	-	-	-	-
32	**Source des CREMADES**	S	Gneiss oeillés	839.7X. -		6.5	53	-	5.90	-
33	THERMES ROMAINS	S	Granites	838.6X. -		-	-	-	-	-
34	Source de St-ROCH-Chapelle	S	Granites	814.7X. -		11.9	23.3	4 à 5	6.30	-
35	**Fontaine de St-ROCH**	S	Granites	814.7X. -		10.5	31.7	8 à 10	6.00	-
36	Source de SARROUL (Fontaine)	S	Granites	838.1X. -		9.1	71.5	12	-	-
37	Source du PUECH BESSON	S	Granites	814.5X. -		9.0	84.8	-	-	-
38	Source de St-FEREOL	S	Granites	862.4X. -		12.5	30.5	0 à 0.5	7.60	-
39	Sources de BAGNOLS-les-BAINS	S	Micaschistes	863.5X.5		30 à 42	890	100 à 120	7.20	-
40	*Source FROIDE*	*S*	Micaschistes	*863.5X. -*		*9.3*	*190*	15 à 45	6.10	-
41	Source de SAINT-MÉEN	S	Granites	814.5X. -		11.8	371	0 à 0.5	7.10	-
42	Source de BURLE	S	Calc. J.moyen	886.6X.47		11.2	360	150 à 500 l/s	-	-
43	Forage des BORIES	F	Calc.dol. Lias	862.5X. -	156	14.5	527	60 à 80	7.06	-
44	Forage du RESERVOIR	F	Calc.dol. Lias	862.5X.14	117	16.5	729	200 à 300	7.70	-
45	Forage de LANGLADE	F	Calc.dol. Lias	862.8X. -	200	17.0	315	170	7.65	-
46	Source de FONTMAURE	S	Calc.dol. Lias	862.8X.6		10.0	175	*100 l/s*	-	-
47	Forage du MOULIN	F	Calc. Hett.	885.4X.24	206	16.2	2600	400 à 500	8.26	-
48	Forage de TREMOULI	F	Calc. Hett.	885.4X. -	118	-	-	170 à 350	-	-
49	Forage du SEGALA - F1 (Nord)	F	Pélites Saxon.	885.4X.19	35	11.8	840	2 à 4	-	-
50	Forage du SEGALA - F2 (Sud)	F	Pélites Saxon.	885.4X.18	44.5	-	-	1 à 2	-	-
51	Forage du CHAMBONNET - NF1	F	Calc.dol. Lias	886.8X.42	346.25	28.0	*1042*	120 à 180	-	-
52	Forage de MONTBRUN - NF2	F	Calc.dol. Lias	886.7X.47	700.3	-	-	-	-	-
53	Forage de la CARRIERE - NF3	F	Calc.dol. Lias	886.8X.43	445.9	30.0	926	-	-	-
54	Source DIVA	S	Dolomies Hett.	886.4X.37	2	13.5	2280	12 à 20	6.40	-
55	Forage de QUEZAC	F	Calc-dol./sch.	886.4X.65	100	14.7	1920	150 à 200	6.00	-

Tableau 18 - Caractéristiques des sources et des forages répertoriés

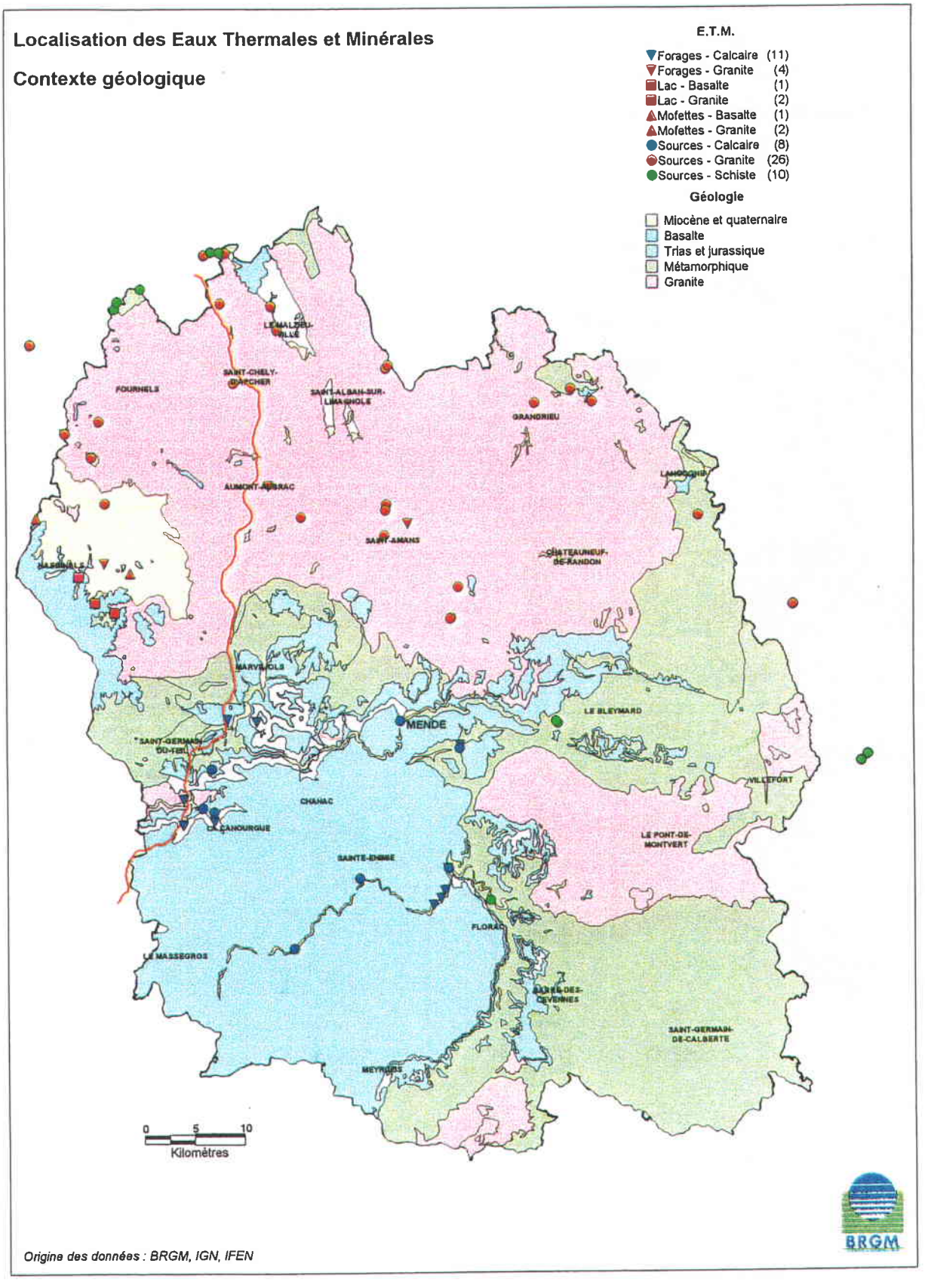


Figure 11 - Localisation des eaux thermales et minérales - Contexte géologique

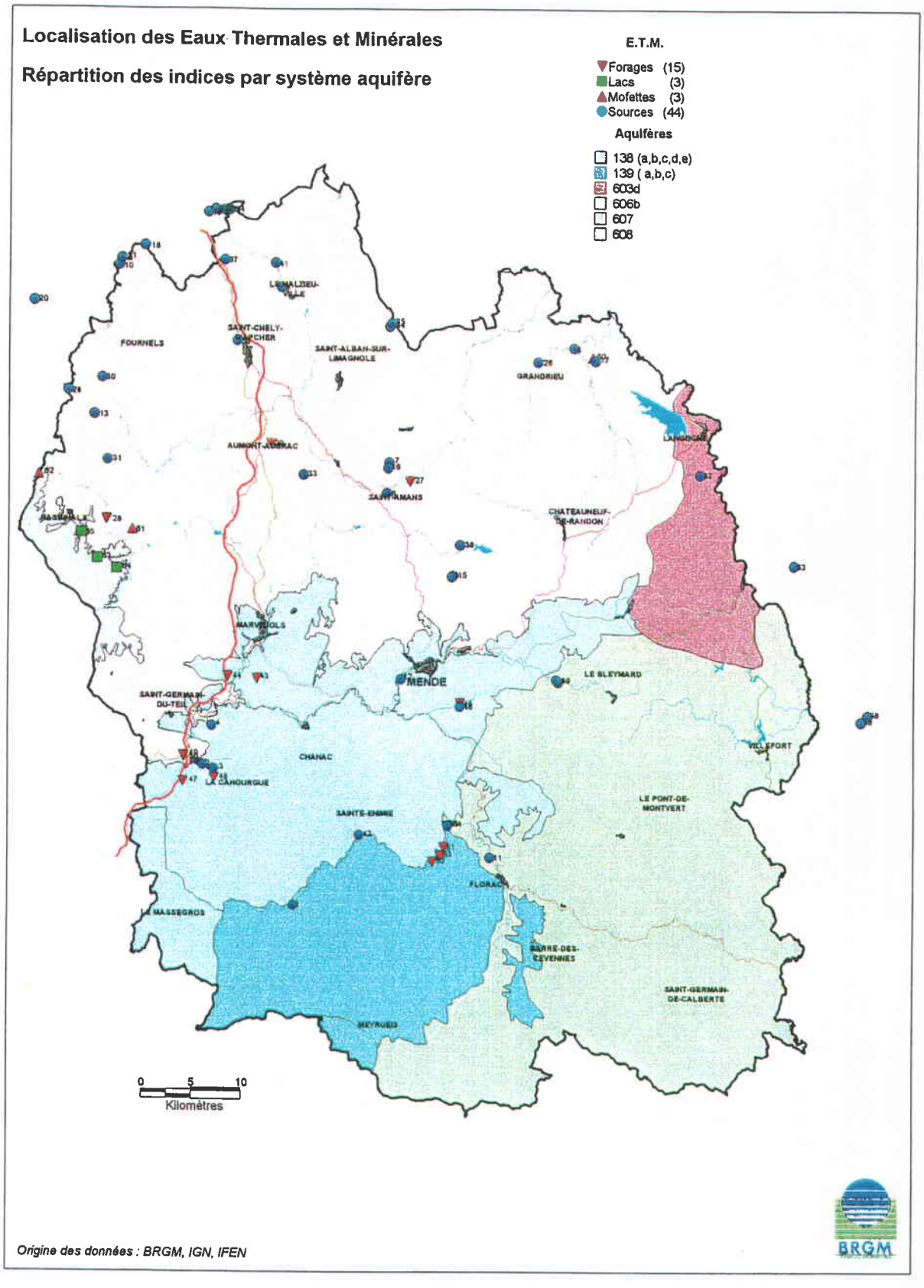


Figure 12 - Localisation des eaux thermales et minérales - Répartition des indices par système aquifère

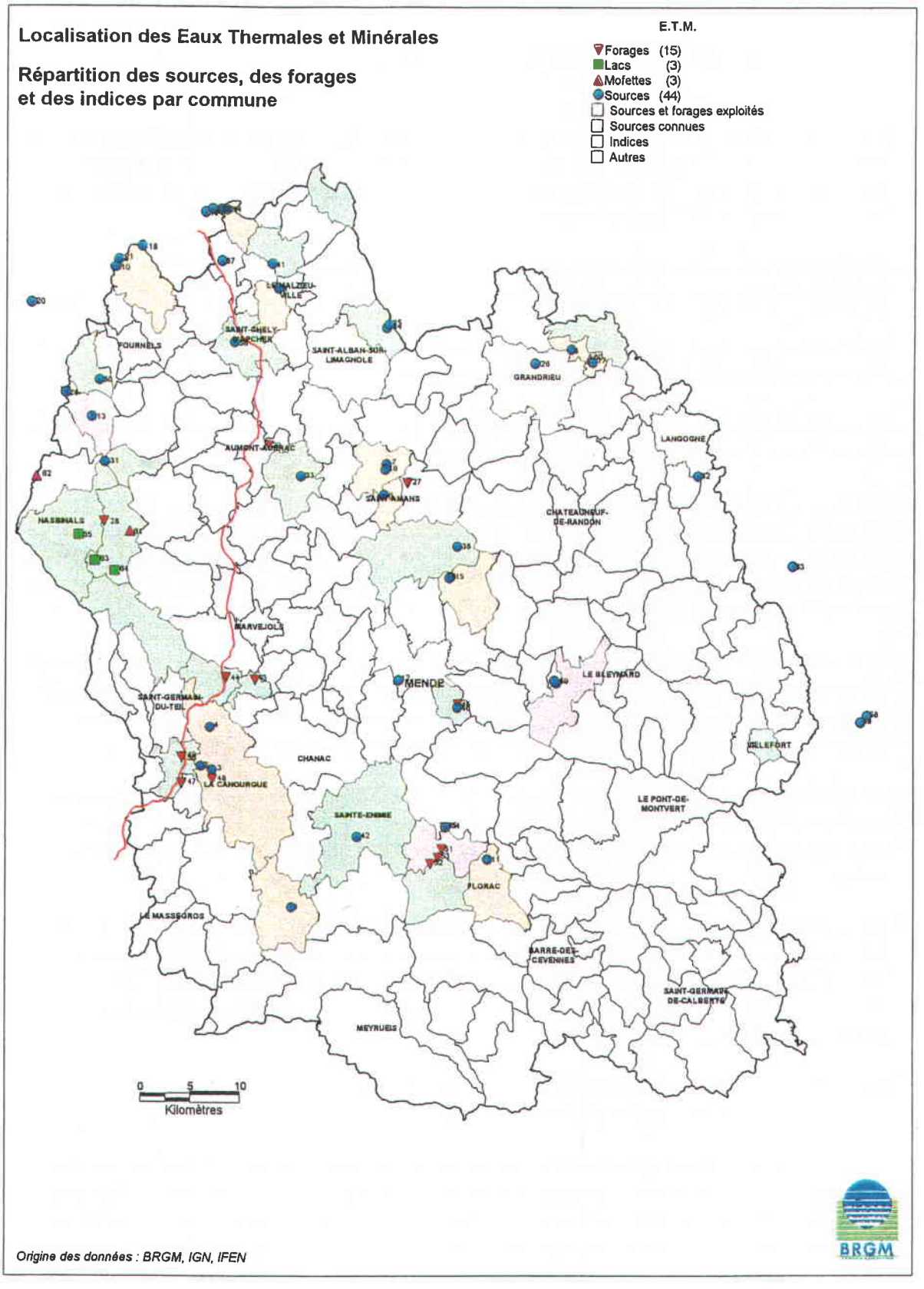


Figure 13 - Localisation des eaux thermales et minérales - Répartition des sources, des forages et des indices par commune

6.2 - SEQUELLES D'ACTIVITE DU VOLCANISME

Nous reproduisons ci-après 2 articles de ROUX J. extraits des "Comptes-Rendus Sommaires des Séances de la Société Géologique de France" (CR Som. Soc. Géol. Fr.) pour l'année 1962, concernant la présence de mofettes sur les communes de MARCHASTEL en Aubrac, et de LAVAL-ATGER au NE du département de la Lozère.

Jean ROUX. - Séquelles d'activité du volcanisme en Haute-Auvergne.
CR Som. Soc. Géol. Fr., Séance du 5 février 1962, (page 38)

"Il est admis que ***les dernières manifestations des centres volcaniques*** en voie d'extinction ***sont plus particulièrement les mofettes et les eaux chaudes.***

Le complexe des anciens volcans de la Haute-Auvergne daté en majeure partie du Pliocène et celui de l'Aubrac estimé plus ancien (fin Miocène) suivent cette règle de sénilité.

Une de ces mofettes s'observe vers la confluence des Rhues, région environnée de trois grands volcans : Cantal, Sancy et Cézallier. A ce point ombilic se situe un réseau de failles post-volcanique[1], au tracé en toile d'araignée. La mofette fuse dans les déblais situés au nord du tunnel routier de Saint-Amandin (R.N. 678). Elle apparaît grâce à une faille, les vapeurs sont bien visibles par temps froid : elles sortent vers 15° semble-t-il.

Le chanoine E. Rocher, qui accompagna jadis Lauby, a bien voulu me signaler ***près du lieu-dit "Grange de Born" près Marchastel en Lozère,*** une mofette qui durant les saisons froides émet une colonne de vapeur s'élevant parfois à 30 m. Il a été souvent observé, en maints endroits bien localisés de ces régions volcaniques, la fonte anormalement rapide de la neige.

Les sorties d'eaux chaudes, autre séquelle de l'activité du volcanisme, sont bien connues : rappelons celles de Chaudesaigues par exemple qui sourdent en abondance à 80° de moyenne. Cette manifestation semble dépendre du complexe de l'Aubrac plutôt que du Cantal pourtant peu éloigné.

Les volcans quaternaires, tels ceux de la chaîne des Puys, sont prodigues de telles manifestations. Il est un peu surprenant que les vieux volcans précités se manifestent encore. La fièvre maligne, d'origine encore inconnue qui amène cette "furonculose volcanique" à notre terre, n'est pas totalement tombée et si les vieux volcans de l'Auvergne sont agonisants, ils n'en gardent pas moins une certaine activité[2]."

Jean ROUX. - A propos de la mofette de Montgros-en-Lozère.
CR Som. Soc. Géol. Fr., Séance du 4 juin 1962, *(p. 174)*

" En complément à ma récente note sur les séquelles d'activité du volcanisme en Haute-Auvergne[3] et à la suite de renseignements de M. l'abbé Beaumel, curé de Brion-La Chaldette, je signale une seconde mofette active en Lozère, **près de Laval-Atger.** ***Les émanations se produisent*** dans les éboulis basaltiques situés ***au flanc sud de l'important cône volcanique de Montgros. Les volutes sont bien observables par temps froid, les émissions auraient au moins***

---

[1] - Roux J. (1945) : Un accident tectonique post-volcanique dans le massif cantalien. *B.S.G.F.*, (5), XV, p. 435.

[2] - E. Aubert de la Rüe signale des cas analogues (L'homme et les volcans, Paris, Galimard, 1958).

[3] - ROUX J. (1962) : Séquelles d'activité du volcanisme en Haute-Auvergne. *C.R. Somme. S.G.F.*, fasc.2, p.38.

une température de 18°. Au pied du Montgros ***sourdent des sources dont une de couleur nacrée.***

La position de ce volcan secondaire, à l'ouest de l'Allier, le situe dans l'ensemble de l'Aubrac qui, avec diverses venues d'eaux chaudes, se révèle paradoxalement le plus actif des anciens grands volcans du Massif Central.

L'Aubrac fut, semble-t-il, bien nettement indépendant de ses voisins, comme le Cantal dont il est seulement séparé par la cassure profonde du socle qui suit la Truyère en aval de Garabit. Cette cassure, qui montre un rejet abrupt côté Cantal, demanderait à être mieux précisée sur la carte géologique."

Remarques :

Les mofettes de la "Grange du Born" (commune de Marchastel), ***et de Montgros*** (commune de Laval-Atger) n'ont pas été retrouvées. Il nous a été signalé cependant des sources "tièdes" et des "points chauds" qui se visualisent très bien en hiver, soit lors de grands froids, soit lorsqu'il neige. Ils correspondent assez souvent à des points d'émergences de sources temporaires venant des scories et des cendres des appareils volcaniques. Ces points connus des chasseurs seraient à répertorier de façon plus précise lors des épisodes de neige et de froid vif, sur les communes où des indices auront été retrouvés ou signalés.

Un de ces "points chauds" nous a été indiqué dans la cour d'un hôtel à Saint-Urcize dans le Cantal, à moins de 3 km à l'ouest de Recoules-d'Aubrac, au NW de Nasbinals.

Tant en secteurs d'anciens volcans en Aubrac ou vers Langogne, qu'en zones de socle en Margeride, en dehors des deux stations thermales de la Chaldette et de Bagnols-les-Bains, les eaux d'origine profonde et un tant soit peu minéralisées (C > 250 µS/cm) des sources visitées présentent :

- **des débits exceptionnellement bas avec moins de 5 l/minute (< 250 l/h),**

- **et des températures assez froides, comprises entre 7,8°C** pour celle venant des granites arénisés de Fontforte (commune du Born) pour la plus froide, **et 12,8°C** pour celle de Salièges, la plus chaude !, venant des schistes "affleurants" à Florac.

Pour les versants des Cévennes dirigés vers la Cèze et les Gardons, ou vers l'Hérault, aussi bien en secteurs de schistes que de granites, on n'a pas connaissance de sources chaudes, ou tièdes, ou de sources minéralisées et à caractère particulier. Celles-ci peuvent apparaître en Ardèche : à Malarce, à St-Laurent-les-Bains, à Vals-les-Bains, et à Neyrac par exemple, liées au volcanisme.

Il faut ensuite atteindre les secteurs de formations sédimentaires en bordure NW des Garrigues pour avoir **d'autres indices d'eaux chaudes associés à la profondeur de certains réservoirs** :

- sources et venues d'eaux chaudes associées au creusement des puits et des galeries minières, dans les séries gréseuses, schisto-gréseuses et "charbonneuses" du Carbonifère,

- sources sulfatées et bitumineuses à certaines spécificité pétrographiques locales dans le cas des sources minérales des Fumades (commune d'Allègre) et d'Euzet-les-Bains, en liaison avec la circulation des eaux au travers des séries asphaltiques et des calcaires bitumineux de la bordure Est et SE du fossé d'Alès.

6.3 - CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE MULTIELEMENTAIRE DES POINTS VISITES

Sur l'ensemble des sources visitées (hors les trois sites exploités), **nous avons effectué des mesures in-situ** (*Photo 29*) qui nous ont permis de ne retenir que celles dont les caractéristiques physico-chimiques pouvaient être liées :

- soit à des eaux thermales, dont la température de l'eau était notablement supérieure aux moyennes départementales des émergences qui vont de 9 à 12°C,

- soit à des eaux minérales, parfois carbo-gazeuses, dont la conductivité, suivant le contexte géologique sédimentaire ou de socle, était anormalement élevée, en liaison avec la minéralisation totale.

Le tableau 19 récapitule les mesures effectuées **sur 13 sources** (source Jenny non retrouvée), dont :

- 2 sources issues de l'aquifère supérieur, source du Moulin de la Malène et *Thébaïde*,

- 3 sources de l'aquifère inférieur avec la République, St-Frézal et Chaudes-Aygues,

- 2 sources venant des schistes et micaschistes, de Laval et de Saliéges,

- 6 sources émergeant des granites et des gneiss, avec Fontforte, le Ranc, le Mazel, Entraygues, Fouon Sagado, et *Fouon Chalde*.

La source de Fouon Chalde sur Brion, au lieu-dit Brion-Vieux qui présente une conductivité inférieure à 100 µS/cm n'a pas été retenue pour des analyses plus complètes. Sa température est toutefois anormalement élevée pour ce secteur au nord de l'Aubrac, avec 13,3°C.

La source de Thébaïde issue des calcaires du jurassique supérieur du causse de Mende n'avait pas non plus de spécificité particulière pour devoir être retenue.

Ce sont les 11 autres sources qui ont fait l'objet de prélèvements en vue d'une analyse multiélémentaire.

Les différents résultats des dosages en laboratoire par notre département Recherche à Montpellier et par notre Département d'analyses d'Orléans sont reproduits en annexe 2.

L'alcalinité (ou TAC) et la dureté (ou TH = somme des ions Ca + Mg), la conductivité et le pH ont été repris et complétés par une analyse chimique des eaux portant le résidu sec (minéralisation totale), sur les ions majeurs et sur les éléments en traces, dont les "micropolluants" métalliques. Les modes opératoires normalisés utilisés pour ces dosages sont indiqués.

Les 35 paramètres ou éléments suivants ont été recherchés :

- Conductivité en µS/cm, pH en unité pH, Résidu sec en mg/l,

- Carbone organique total (COT), Silice et Oxydabilité en mg/l,
- pour les cations en mg/l : Calcium, Magnésium, Potassium, Sodium, Ammonium,
- pour les anions en mg/l : Carbonates, Bicarbonates, Sulfates, Chlorures, Nitrites, Nitrates, OrtoPhosphates, Phosphore total,
- pour les autres éléments en mg/l : Aluminium, Fluor, Fer,
- pour les éléments en µg/l : Argent, Arsenic, Bore, Baryum, Béryllium, Cadmium, Cobalt, Chrome, Cuivre, Lithium, Manganèse, Nickel, et Plomb.

Tableau 19 - Analyse d'eau et mesures in-situ du 13 au 16 octobre 1998

N°	Dénomination	INSEE	Commune	Substratum	INDICE	X	Y	Z sol	T (°C)	C (µS/cm)	pH	Eh (mV)	Q (l/min)
1	Source du MOULIN	48088	La MALENE	Calc. J sup.	886.5X.29	678.88	3223.12	445	15.9	430	7.52	309	300 à 420
2	Fontaine de la REPUBLIQUE	48034	La CANOURGUE	Calc./pélites	885.4X. -	669.71	3237.34	560	19.1	673	7.43	314	15
3	Source de SAINT-FREZAL	48034	La CANOURGUE	Dol. Lias	885.4X.15	670.82	3236.97	590	11.2	454	7.39	405	***200 à 250 l/s***
4	Source de CHAUDES-AYGUES	48011	*AUXILLAC*	Calc. Hettang.	861.8X. -	670.60	3241.30	615	21.5	509	7.36	370	240 à 360
5	Source de FONTFORTE	48029	Le BORN	Granites	862.4X. -	694.91	3256.36	1212	7.8	374	5.43	181	2 à 3
	(source de COULAGNES)*	*48029*	*Le BORN*	*Granites*	*862.4X. -*	*695.02*	*3256.47*	*1214*	*7.0*	*245*	*5.53*	*176*	*# 0*
6	Source du RANC	48133	ST-AMANS	Granites	838.7X. -	688.26	3264.75	1080	9.1	4300	6.79	355	# 0.2
7	Source du MAZEL des LAUBIES	48083	Les LAUBIES	Granites	838.7X. -	688.49	3267.83	1112	8.8	3570	6.36	223	# 0
8	Source d'ENTRAYGUES *	48084	LAVAL-ATGER	Gneiss	839.2X. -	707.15	3279.37	855	9.2	1241	6.13	95	0.33
	(LD le Moulin du Papou)*												
9	Source de FOUON SAGADO	48177	ST-PIERRE-le-VIEUX	Granites	814.5X.-	677.47	3285.43	844	11.2	374	6.87	88	0.8 à 1
10	Source de LAVAL	48001	ALBARET-le-COMTAL	Micaschistes	813.7X. -	661.04	3287.55	762	11.3	593	6.26	275	3 à 4
	(source de MONTCHANSON)*	*15*	*FAVEROLLES*	*Micaschistes*	*813.7X. -*	*663.66*	*3289.58*	*765*					
11	Source de SALIEGES	48061	FLORAC	Schistes	886.8X. -	698.83	3227.93	530	12.8	3880	6.48	91	# 0.2
12	Source de THEBAïDE	48095	MENDE	Calc. J sup.	862.7X. -	689.81	3246.08	710	10.1	505	7.80	417	25 à 30
13	Source de FOUON CHALDE	48031	BRION	Granites	837.3X. -	658.66	3272.57	1128	13.3	91.5	7.37	310	50 à 60
	(LD Bnon Vieux)*												
14	Source JENNY * (non retrouvée)	48046	CHAULHAC	Gneiss	814.1X.202	672.20	3293.20	750	9.5	(# 300)	-	-	# 1(?)
	(source de FONTSARRADE)*	*15*	*LOUBARESSE*	*Gneiss*	*814.1X. -*	*699.99*	*3292.97*	*825*	*8.5*	*1640*	-	-	# 1

Les représentations graphiques de l'annexe 2 avec les diagrammes de Schoeller-Berkaloff et de Piper permettent de comparer les eaux et de les rassembler selon des typologies affines. Les éléments majeurs retenus sont Ca, Mg, Na et K pour les cations, SO_4, HCO_3, CO_3, et NO_3 pour les anions, en contrôlant que la balance ionique était bien équilibrée sur les milliéquivalents/litre (meq/l).

Nous avons également regroupé dans les tableaux et les graphes les analyses des eaux connues des sites exploités pour le thermalisme et la boisson ou l'embouteillage de Chaudes-Aigues, de la Chaldette, de Bagnols-les-Bains, de St-Laurent-les-Bains, et de Quézac.

Les eaux des formations sédimentaires sont très normalement bicarbonatées calciques pour la source du Moulin et la source de St-Frézal, **légèrement sulfatées et chlorurées** pour la source de la République et la source de Chaudes-Aygues venant de l'aquifère carbonaté inférieur.

Les eaux de socle cristallin et métamorphique sont bicarbonatées sodiques pour la source du Ranc, la source du Mazel, la source de Fouon Sagado, la source de Laval, la source de Salièges, **avec un pôle calcique** pour la source de Fontforte et la source d'Entraygues.

Le gaz carbonique est présent uniquement dans les sources de socle de Fontforte, du Ranc, du Mazel-des-Laubies pour les contextes granitiques, d'Entraygues et de Salièges pour les formations de schistes et de micaschistes. Ces émanations de CO_2 s'effectuent directement au travers des fissures de la roche saine en place assez nettement à l'écart des formations basaltiques et des appareils volcaniques connus.

Les pH des eaux sont basiques pour les sources carbonatées, et acides pour les sources de socle, sauf pour Fouon Chalde. Les valeurs de potentiel électrique Eh (en mV indiquent pour les valeurs les plus basses (< à 100 mV d'Entraygues, de Fouon Sagado et de Salièges une origine peu profonde des eaux, les valeurs les plus élevées, au moins dans le socle, indiquent des eaux ayant séjourné plus longtemps dans le réservoir.

Les sources des terrains calcaires présentent une minéralisation totale comprise entre 270 et 485 mg/l.

Pour les eaux de socle, les plus minéralisées avec plus de 2400 mg/l en résidu sec sont celles du Mazel des Laubies, de Salièges et du Ranc qui atteint 2800 mg/l, et dans une moindre mesure celle d'Entraygues (au Moulin de Papou avec 737 mg/l. Les sources de Fontforte, de Fouon Sagado et de Laval ont une minéralisation moyenne de 270 à 370 mg/l comparable aux eaux des séries calcaires. Ces valeurs sont cependant nettement plus élevée que la minéralisation des eaux "normales" des sources et des forages dans le socle dont le résidu sec se situe systématiquement entre 40 et 110 mg/l.

7 - Perspectives et recommandations

7.1 - SELECTION DES SOURCES D'"EAUX MINERALES" A SPECIFICITES LES PLUS "INTERESSANTES"

Parmi les 11 sources ayant fait l'objet d'analyses multiélémentaires, les plus intéressantes en fonction du débit et de la typologie physico-chimique des eaux sont :

- **la source de la République et celle de Chaudes-Aygues pour celles issues des formations sédimentaires,** en retenant les sources du Moulin pour leur température élevée et pour leur débit global. Ces sources sont bicarbonatées calciques, mais peu minéralisées, aucune n'est carbogazeuse. La source de Chaudes-Aygues avec un débit intéressant de 240 à 360 l/min se situe dans un contexte sans doute sensible et vulnérable du point de vue de l'environnement, de la proximité des routes, du ruisseau et des fermes du village d'Auxillac.

  Les eaux de la source de la République les plus minéralisées présentent un débit très faible.

  La source de St-Frézal présente le plus fort débit (200 à 250 l/s, mais son utilisation est réservée pour l'essentiel dans le cadre du développement de la pisciculture. D'ailleurs, ses eaux ne présentent pas de caractéristiques particulières, ce sont des eaux karstiques "banales".

- **les sources du Ranc, de Salièges, du Mazel des Laubies, et d'Entraygues pour les eaux de socle,** en y associant dans une moindre mesure celle **de Fontforte**. Il est remarquable de constater que toutes ces eaux sont de type bicarbonatées sodiques, ferrugineuses (sauf Laval et carbogazeuses, **cependant les débits sont quasi-nuls à très faibles.**

  La source de Laval avec 3 à 4 l/minute (200 l/h présente aussi un débit modeste, mais dans un contexte régional intéressant pour les eaux thermales et minérales avec les sources voisines de Magnac et celles anciennement exploitées en embouteillage de Odivine et de St-Jean sur la commune de Montchanson. Ce secteur favorable à la présence d'eaux gazeuses est limitrophe entre le Cantal et la Lozère, à l'extrémité nord du département.

  A notre avis, sur la commune de St-Pierre-le-Vieux, la source de Fouon Sagado ne présente aucun intérêt particulier, ni en débit, ni en caractéristique physico-chimique. ***L'attention est attirée sur le fait que l'arsenic avec 95 µg/l y est supérieur à la norme CCE et française des eaux potables fixée à 50 µg/l.***

Les concentrations maximales admissibles (CMA pour les eaux destinées à la consommation humaine suivant le décret du 3 janvier 1989 modifié par les décrets de 1990, et de 1991, sont conformes pour l'ensemble des éléments physico-chimiques des eaux des formations sédimentaires, elles sont dépassées sur 1 ou plusieurs éléments pour les eaux de socle.

Dans le tableau 20 nous avons reproduits les teneurs des éléments en excès sur les 11 sources analysées.

S'agissant d'eaux minérales la présence de certains de ces éléments peut toutefois être bénéfique du point de vue de la santé sur des pathologies bien définies que seules des

études médicales pourraient identifier. Le manganèse, le fer et le baryum se trouvent à de très fortes teneurs sur les sources de socle, parfois associés à des valeurs excessives en sodium, potassium magnésium et aluminium.

Eléments	pH	Rés. sec	Oxyd.	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	Fe	Al	F
Unité	U pH	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
CMA et *NG*	6.5 à 8.5	1500	5	*100*	50	150	12	200	250	0.2	0.2	1.5
Sources **MOULIN**												
REPUBLIQUE												
St-FREZAL												
Ch. AYGUES												
FONTFORTE	6.0	2802								8.67	0.33	
RANC	6.0	2408				971	123			1.18	0.28	6.4
MAZEL des L.				*132*	51.4	727	42.1			3.43		3.3
ENTRAYGUES										8.23		
F. SAGADO			117							1.79		5.9
LAVAL												1.6
SALIEGES		2485			55.2	757	154			1.84	0.30	2.3

Eléments	NO3	NH4	P Tot.	Mn	Pb	Cu	Zn	Ni	As	Ba	B	Cd
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
CMA et *NG*	50	0.5	5	50	50	1	5	50	50	*100*	*1*	5
MOULIN												
REPUBLIQUE												
St-FREZAL												
Ch. AYGUES												
FONTFORTE				819								
RANC				224						*208*		
MAZEL des L.				654								6
ENTRAYGUES				1544				68		*105*		
F. SAGADO				135					95			
LAVAL										*262*		
SALIEGES				289				–	–	*8802*	*3.57*	

En italiques, les normes guides (NG définies par les directives de la CEE

Tableau 20 - Eléments en excès par rapport aux CMA et aux normes des eaux potables

7.2 - INVESTIGATIONS DANS L'AQUIFERE INFERIEUR DES CAUSSES

Partant du principe que les eaux les plus fortement minéralisées sont issues du socle, la découverte et l'analyse géologique du gisement carbogazeux de Quézac ont montré que l'aquifère "inférieur" carbonaté contenu dans les calcaires et dolomies du Lias inférieur est à même de servir de réservoir relais avant l'apparition des émergences tant pour les eaux minérales que pour le gaz carbonique.

Les eaux profondes et le gaz se retrouvent piégés dans des structures favorables, avec un effet de capacité et des paramètres hydrauliques propices à des exploitations à forts débits et à des dilutions bénéfiques. La situation de ces "gisements aquifères" sous d'épaisses séries de marnes imperméables du Lias moyen conduit à une protection très efficace de la qualité des eaux sans possibilité de mélange avec les eaux les plus superficielles. La pression interne de ces réservoirs sous l'effet du poids des séries sus-jacentes, et de la piézométrie (plus rarement de la présence de gaz empêche toute intrusion d'eaux de surface, et conduit à l'artésianisme des sondages qui y sont entrepris. Le cas de gaz-lift naturel qu'il était possible d'amorcer lors des reconnaissances sur Quézac est exceptionnel. Les cas d'artésianisme jaillissant du forage du Réservoir au Monastier et des forages profonds du Chambonnet sont à signaler dès lors que les sondages se situent à une altitude suffisamment basse dans le réservoir qu'ils sollicitent.

La grande potentialité en débit d'exploitation doit répondre à la demande des industriels, et l'excellence de la qualité des eaux aux exigences sanitaires tant pour les eaux embouteillées que pour le thermalisme.

Plutôt que la recherche de particularités physico-chimiques qui puissent être valorisées en exploitation thermale, dans les séries sédimentaires on doit pouvoir viser une utilisation géothermique des eaux notamment pour des usages de piscicultures, d'aquacultures et de pompes à chaleur.

Les débits supérieurs à 5 l/s (tableau 21 trouvés dans les sources, y compris et surtout de l'aquifère supérieur (*Photo 30*, peuvent être valorisés du fait des coefficients de performances qui sont très élevés pour les pompes eau-eau. La modicité des températures est largement compensée par l'importance du débit dans la formule bien connue de la puissance thermique :

$$P = Q \times \Delta T$$

avec P en thermies/heure
et ΔT en °C, qui correspond à la différence entre la température de production et de rejet.

La réalisation de forages profonds permet d'accroître notablement la température des eaux puisque le gradient géothermique naturel assure un accroissement de la température des eaux souterraines de 3°C pour 100 m par rapport à la moyenne locale.

Ainsi donc, les forages du Chambonnet dans l'axe du bassin sédimentaire des Causses ont permis d'obtenir en surface une eau non seulement minéralisée (1042 µS/cm, mais aussi chaude avec :

- une température de 28°C pour une profondeur atteinte de 346 m en NF1, la température de l'eau est supérieure de plus de 15°C par rapport à la température moyenne des eaux de sources dans ce secteur,

- une température de 30°C en aval dans le forage NF3 avec une eau un peu moins minéralisée pour 446 m de profondeur.

Le forage minier NF2 en rive gauche du Tarn, **forage le plus profond réalisé en Lozère,** a traversé des zones broyées et même karstiques au sein de l'Aalénien dans l'aquifère supérieur carbonaté entre 205 et 403 m de profondeur sans observation sur les venues d'eau, température ou minéralisation. Ce dernier forage, le plus en aval, **a été prolongé jusqu'à 700 m de profondeur** dans les séries calcaires et dolomitiques du Carixien, du Lotharingien et du Sinémurien traversées entre 600 et 700 m (aquifère inférieur atteint en NF1 et en NF3 mais aucune mesure physique, chimique ou hydrogéologique y a été effectuée.

Pour une profondeur de 1000 m pouvant être visée comme cible plus vers le sud-ouest, on est en droit d'attendre des températures de l'ordre de 40 à 45°C, comparables à celles des eaux de la station thermale de Bagnols-les-Bains.

Les sondages et forages poursuivis jusqu'en limite du Lias et du Trias comme à Banassac, ou jusqu'au socle comme au Monastier, **montrent des caractéristiques d'eaux "minéralisées"** tenant à la nature lithologique des formations situées à la base des séries carbonatées : dolomies, grès et évaporites du Trias et du Permien :

- au Monastier, les eaux sont bicarbonatées sodiques riches en fluor, **la minéralisation est de l'ordre de 525 mg/l,** (T = 16,5°C, prof. = 117 m,

- au forage du Moulin à Banassac, où la température n'est que de 16,2°C pour une profondeur de 206 m, **la minéralisation totale de l'eau est de 2464 mg/l**, comparable aux très forts résidus secs des sources de socle les plus minéralisées. Les eaux sont ici très fortement sulfatées calciques et magnésiennes et bicarbonatées, mais sans sodium ni chlorures. Les teneurs sont excessives en sulfates (1573 mg/l, en magnésium (108 mg/l, en fer (1,1 mg/l et en manganèse (74 µg/l.

N°	INDICE	ZSOL	COMMUNE	INSEE	LIEU_DIT	Débit étiage
1	08637X0002	1086	CHASSERADES	48024	Sce de la Grotte du Pré de Mazel	5
2		1080	ALLENC	48003	Exsurgence de la Gourgue	50 à 100
3		1000	CUBIERES	48053	Exsurgence de Cubières	-
4		850	BADAROUX	48013	Sce de Nojaret	10
5	08627X0009	820	MENDE	48095	Sce de la Vabre	10 à 15
6	08627X0011	620	MENDE	48095	Fontaine des Malades	40 (?)
7		750	BRENOUX	48030	Exsurgence de Fontmaure	50
8	08627X0010	750	St-BAUZILE	48137	Les Fons	< 50
9		720	BALSIEGES	48016	Sce du Villaret	5 à 10
10		660	CHANAC	48039	Sce de Bernade et Fontmaure	40
11		720	CHANAC	48039	Sce de Chanac	5 à 10
12		640	Le MONASTIER	48099	Sce du Monastier	5 à 10
13	08861X0005	700	AUXILLAC	48011	Sce du Chardonnet	20 à 25
14	08854X0001	702	La CANOURGUE	48034	Sce de St-Frézal	50
15	08861X0007	700	La CANOURGUE	48034	Sce de l'Urugne	90 à 100
16	08854X0004	780	BANASSAC	48017	Exsurgence de Rocaysou	50
17	08871X0002	1050	Les BONDONS	48028	Exsurgence des Combes	40
18	08871X0007	920	Les BONDONS	48028	Exsurgence des Monteils	6
19	08864X0045	600	ISPAGNAC	48075	Exsurgence du Vizoir	5 à 6
20	08864X0047	570	ISPAGNAC	48075	Exsurgence du Vigos ou Molines	50
21	08864X0048	520	ISPAGNAC	48075	Exsurgence de Rocheblave	20
22	08868X0015	505	MONTBRUN	48101	Exsurgence du Moulin de Pelatan	25 à 40
23	08868X0047	505	MONTBRUN	48101	Résurgence du Tarn	90 à 100
24	08867X0049	520	PRADES	48118	Exsurgence de Castelbouc	50
25	08867X0038	515	PRADES	48118	Exsurgence de la Piboulède	20
26	08866X0047	500	Ste-ENIMIE	48146	Exsurgence de Burles	100 à 150
27	08866X0004	500	*St-CHELY-du-TARN*	48141	Exsurgence de la Cénarète	15
28	08866X0049	480	*St-CHELY-du-TARN*	48141	Sce des Pougnadoires	10
29	08866X0050	460	LAVAL-du-TARN	48085	Exsurgence de la Caze	25 à 30
30	08866X0003	455	La MALENE	48088	Exsurgence des Ardennes (du Drac)	80
31	08865X0035	450	La MALENE	48088	Sce du pont de la Malène	5
32	08865X0014	455	La MALENE	48088	Sce de l'Angle	25 à 30
33	08865X0032	440	Les VIGNES	48195	Sce de Fontmaure	500
34	08865X0034	430	Les VIGNES	48195	Sce de la Bouldouire	300
35	09094X0206	415	Les VIGNES	48195	Exsurgence de Rouveyrol	300
36			Les VIGNES	48195	Exsurgence de l'Ironselle	30
37			*Le ROZIER*	48131	Exsurgence de Biau	10
38	09101X0253	495	HURES-la-PARADE	48074	Exsurgence des Douzes	50
39	08868X0045	595	FLORAC	48061	Sce du Pêcher	100 à 200
40	09111X0007	890	Le POMPIDOU	48115	Exsurgence de Tartabisec	5
41	09103X0017	825	GATUZIERES	48069	Sce de l'Oultre	10
42	09104X0016	765	FRAISS.de FQUES	48065	Sce des Clauzels	7
43	08877X0002	650	La SALLE-PRUNET	48186	Sce des Fonzes	10 à 15

(Débits en l/s estimés)

Tableau 21 - Liste des sources karstiques d'un débit d'étiage supérieur à 5 l/s

7.3 - OBJECTIFS EN "EAUX DE SOURCES"

A condition de respecter les critères suivants des "eaux de source" :

- conformité avec les eaux destinées à la consommation humaine (décrets de 1989),
- constance de la composition physico-chimique des eaux, pour les éléments majeurs,
- et protection naturelle satisfaisante interdisant toute contamination et tout mélange avec les eaux superficielles,

Il existe en Lozère de nombreuses sources dans l'aquifère carbonaté inférieur, ou supérieur et dans les aquifères fissurés du socle cristallin pour lesquelles nous donnons ci-après le nombre et la densité suivant le lieu et les formations géologiques (tableau 22). Plutot que le captage direct des sources, il est préconisé la réalisation de forages de reconnaissance qui permettraient de meilleures conditions d'exploitation et de protection.

Ces "Eaux de Source" destinées à la consommation humaine sont **des eaux naturellement potables** pour l'ensemble de leurs paramètres physiques, chimiques et bactériologiques. **Elles ne doivent subir aucun traitement correctif**. Dans ce département, on peut donc sans problème majeur sélectionner des sites qui seront situés suffisamment à l'écart des agglomérations, des eaux usées, des aires de stockage de déchets, des ensembles industriels ou des terres agricoles cultivées. Il n'est pas à craindre sauf cas d'espèce pour l'instant non reconnus, des teneurs excessives en nitrates, ou en produits phytosanitaires.

La minéralisation de ces "Eaux de Sources" pourrait aller de 50 à 400 ou 500 mg/l, suivant le contexte de socle à eaux peu minéralisées, ou de terrains sédimentaires. Les modalités d'exploitation pourraient être gravitaires pour les sources, par artésianisme naturel ou par pompage pour les forages.

Les sites d'Auxillac à condition de situer à l'écart des secteurs de pollutions possibles, et de la Malène pour les sources du Moulin pourraient répondre à ces critères, l'exploitation de forages en zones de socle également à condition que les débits mobilisables y soient au minimum de 10 m^3/h.

Pour des raisons économiques de transport et de distribution un projet de ce type d'embouteillage devrait se situer à proximité d'un grand axe routier (autoroute A75, RN 88 ou ferroviaire.

Contexte et localisation	Superficie		Nombre de sources représentées				Densité
	(Km²)	%	captées	non captées	total	%	/100 Km²
Plutons granitiques							
MARGERIDE	1760	34	92	32	124	44	7
LOZERE + BORNE	300	6	8	7	15	5	5
AIGOUAL	40	1	0	0	0	0	0
Roches métamorphiques	1360	26	27	48	75	26	6
CEVENNES							
Basaltes et dépôts glaciaires	210	4	13	4	17	6	8
AUBRAC							
Causses calcaires							
CAUSSES MAJEURS	1260	24	8	24	32	11	3
CAUSSES SATELLITTES	150	3	5	8	13	5	9
Bassins tertiaires	85	2	8	0	8	3	9
T O T A L	5165	100	161	123	284	100	5
pourcentages			57	43			

Tableau 22 - Statistiques sur les principales sources en Lozère suivant le contexte lithologique

7.4 - CARACTERISATION ET EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES EN LOZERE

A partir de l'inventaire et des investigations conduites dans le cadre de cette étude, l'identification, la caractérisation et l'exploitation des EAUX MINERALES, des EAUX THERMALES, ou des EAUX de SOURCES passe par les quatre étapes suivantes :

1 - MODALITES DE RECONNAISSANCE
Méthodes géologiques et structurales,
Méthodes hydrogéologiques,
Méthodes hydrogéochimiques et isotopiques,
Méthodes géophysiques.

2 - TECHNIQUE DES FORAGES
Marteau Fond de Trou/Rotary/Circulation Inverse/Carottage/ ...,
Diagraphies directes et diagraphies différées,
Prescriptions en matière d'équipements,
Complétion : tubages, crépines, massif de gravier, cimentations, ...
Développement et mise en production, nettoyage et désinfection
Analyses d'eau multi-élémentaires,

3 - EXHAURE : Pompes et pompages d'essais
Essais par paliers de débit et essais de longue durée,
Pompages de qualification de 2 à 3 mois, à débit constant,
- contrôles des débits, niveaux, température et conductivité de l'eau,
- analyses physico-chimiques et bactériologiques périodiques,

Constance des paramètres principaux .. " aux fluctuations naturelles près ... "

4 - DEMANDE ET AUTORISATION D'EXPLOITATION
Débit d'exploitation de l'ouvrage et suivi des principaux paramètres
Enregistrement et gestion des données
Interprétation et valorisation des mesures effectuées
Reconnaissance des vertus médicales particulières pour les eaux minérales ou thermales.

Les conditions de protection des ouvrages d'exploitation (sources, puits ou forages **et de l'aquifère** (extension de la ressource, aire d'alimentation et zone d'émergence doivent être assurées tant dans son environnement immédiat que rapproché avec les prescriptions réglementaires y afférentes : périmètres de protection et périmètre sanitaire d'émergence.

7.5 - EN FORME DE CONCLUSION

..... , au siècle dernier, puis au début de ce siècle, ...

" L'étude des Sources THERMALES a été un peu abandonnée aux médecins et aux chimistes *(Thèses d'Hydrologie médicale* par les Ingénieurs et même par les géologues ..., . C'est un produit, pour ainsi dire miraculeux, auquel il serait dangereux d'oser toucher, tandis que, dans de nombreux cas, il est possible d'augmenter le débit de ces sources, leur température, leur minéralisation et même leur efficacité, au moyen de travaux peu coûteux."

" Les vertus des eaux thermales et minérales (parfois froides, semblent résulter souvent de la température et de la minéralisation, mais parfois aussi elles sont indépendantes, du moins en apparence, de ces propriétés ...,

... Il n'est point d'eau quelconque à la surface du globe, qui ne soit, à proprement parler, minérale, c'est à dire où l'analyse ne décèle l'existence de quelques substances chimiques. Les sels solubles comme la chlorure de sodium, le sulfate et le bicarbonate de chaux, le nitrate de potasse, etc..., sont presque constants dans les eaux.

Les substances les plus intéressantes sont souvent celles qui se présentent en quantités très minimes et qui, dans une analyse donnée sans commentaire, risqueraient de passer inaperçues ..., les sources médicinales étant celles qui présentent des propriétés thérapeutiques démontrées."

L. de LAUNAY, 1899
RECHERCHE, CAPTAGE et AMENAGEMENT
des SOURCES THERMO-MINERALES

..... , et pour demain, pour le millénaire prochain :

... C'est non plus l'étude des griffons et des sources, mais celles de la géométrie et de la structure des réservoirs, et des systèmes de circulations profondes, appuyées notamment sur les techniques de pointe en prospection géophysique, en matière de sondages et en hydrogéochimie "fine" des eaux, qui seront déterminantes.

L'eau minérale et thermale sera captée au lieu ou elle bénéficie des conditions naturelles maximales de protection. A nous de bien gérer son exploitation afin de ne pas perturber les équilibres physiques, chimiques, thermiques, ...qui ont été nécessaires à son "élaboration".

ANNEXES

A N N E X E 1

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les 190 références bibliographiques citées ci-après et parfois incomplètes pour les plus anciennes, ou non datées pour d'autres, traitent :

* d'ouvrages généraux sur les eaux thermales et minérales,

* d'exemples de sites exploités (ou non) de la France, de Régions et de Départements voisins de celui de la LOZERE, en particulier pour les secteurs limitrophes du Cantal, de la Haute-Loire et de l'Ardèche,

* de tous les documents, études, synthèses, publications, notes techniques, analyses, étiquettes etc... dont nous avons pu avoir les références sur l'ensemble des sources thermales, minérales ou "particulières" et sur les indices liés aux ETM en LOZERE,

Ces références débutent aux 16°, 17° et 18° siècle, mais sont les plus nombreuses (75 %) pour les périodes allant de 1820 à 1870, puis de 1975 à 1998. Elles représentent seulement 18 % des citations pour la période allant de 1900 à 1974.

Près de **60 % de ces références concernent les sites** exploités en thermalisme de **BAGNOLS les BAINS, de La CHALDETTE,** et en embouteillage celui **de la source DIVA à QUEZAC** et le site d'embouteillage abandonné **du MAZEL des LAUBIES**.

Les informations sont par contre très peu nombreuses sur les sources d'ENTRAYGUES à Laval-Atger, sur les sources JENNY ou CHRISTINE à Paladines, et pour l'instant nulles sur la source de LAVAL à Albaret-le-Comtal, placée dans un contexte comparable à celle autrefois exploitée de MONTCHANSON dans le Cantal.

D'où l'intérêt de compléter cet inventaire dans le prolongement de ce travail de synthèse en continuant à rassembler les données:

d'une part par commune,

et d'autre part par système aquifère.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES EAUX THERMALES ET MINERALES DU DEPARTEMENT DE LA LOZERE et des départements voisins

Auteur	Année	Titre	Référence	Origine	Dépt, station ou source
BALDIT M.	1561			in Maurin, 1886	BLB
L'OUVRELEUL R.P.	XVII°	Mémoires sur le pays de Gévaudan et la ville de Mende		in Pouvy, 1932	MZL
BLANQUET S.	1718	Examen des vertus des eaux minérales du Gévaudan	Mende	AD48 : 1207	QZC
BLANQUET (Dr)	1728			in Pouvy, 1932	MZL
		Carte géologique : Feuille de Mende		in Pouvy, 1932	MZL
CORD et VIRE		La Lozère : Guide du touriste, du naturaliste, de l'archéologue		in Pouvy, 1932	MZL
DUMAS E.				in Pouvy, 1932	MZL
FABRE G.				in Pouvy, 1932	MZL
DE GENSANE	1776	Histoire naturelle de la province du Languedoc, partie minéralogique et géoponique		in Pouvy, 1932	MZL
CARRERE J.B.F.	1785	Catalogue raisonné des ouvrages qui ont été publiés sur les eaux minérales en général, et sur celles de la France en particulier	Sce "La Chaudette", mentionnée p.489	in Miquel-Taboada R., 1989	CDT
	An IX	Almanach de la Lozère		in Pouvy, 1932	Lozère
XX	1801	Le ROC de St-AMANS		°1447/AD48	SAM
JERPHANION (CIT, Préfet de Mende)	1801	(11 Brumaire de l'an X). Statistiques du département de la Lozère	Arch. Dépt. 48	8° 1446/8°1447 pp. 48-49	Lozère

	1802	(An X) Annuaire départemental de la Lozère	p.52	in Miquel-Taboada, 1989	CDT
ALIBERT (Pr)	(?)	Précis sur les eaux minérales		in Bouret, 1852	France
DUFRESSE DE CHASSAIGNE (Dr)				in Maurin, 1886	BLB
VALDENNIT (Mr de)				in Maurin, 1886	CDT
MOTHE (Mr de la)				in Maurin, 1886	CDT
ROUSSEL (Dr)	(?)			in Maurin, 1886	BLB/CDT
ANDRE		(Archiviste)		in Maurin, 1886	MZL
BOUCOMONT		Eaux minérales d'Auvergne		in Malegue, 1886	Auvergne
PATISSIER H.	1818	Manuel des eaux minérales de la France		in Malegue, 1886	France
CHEVALLIER	1828	Essai sur Chaudes Aigues		in Védrines, 1887	Cantal
J.A.C.	1828	Essai sur les eaux thermales ... et en particulier sur celles de BAGNOLS	Paris et Mende. Page XXXVI, série E, tome 1	O 210 (AD48)	BLB
BOISSONNADE (Dr)	1829			in Miquel-Taboada, 1989	CDT
	1833	"Statistique des Sources Minérales de France"	Ministère des Travaux Publics		CDT France
ANGLADA	1833	Traité des eaux minérales		in Bélugou, 1891	France
CHEVALIER L. (Dr)	1834	Etude sur la Chaldette. Analyse physico-chimique de l'eau			CDT
LECOQ H.	1836	Chaudes Aigues et ses eaux thermales		in Védrines, 1887	Cantal
OSSIAN-HENRY	1836		Analyses		BLB
JACOB	1837	Mémoire sur les eaux thermales de Bagnols (Lozère)	Bull. Sté Agric. Sc. et Arts du Puy, pp.38-108 AD 319 / 320		BLB
CHEVALIER L. (Dr)	1840	Recherches et observations sur les eaux thermales de Bagnols-les-Bains près Mende (Département de la Lozère)	Paris, Imp. Maquet, 183 p.	AD 8° 1675	BLB
CHEVALIER L. (Dr)	1840	Eaux thermales de Bagnols-les-Bains	Notice, 8 p.	AD 72	BLB

(X ??)	1844	Annuaire du dépatement de la Lozère		in Pouvy, 1932	MZL
(X ??)	1851	Annuaire des eaux minérales de la France		in Bélugou, 1891	France
BOURET J.	1852	Dictionnaire géographique de la Lozère	Ed. de la Tour Gile Arch. Dépt. 48	in Pouvy, 1932	MZL CDT
DERIBIER DU CHATELET	1853	Dictionnaire statistique et historique du département du Cantal			Cantal
ANGLADA	(?)	Mémoire sur les eaux minérales sulfureuses		in Bélugou, 1891	France
OSSIAN-HENRY	1854	Analyses			QZC
X ?	1856	Extrait du rapport de L'Ingénieur ordinaire des Mines	Chap. 6 : Eaux minérales	AD48 : M12399	Lozère MZL
XX	1856	Eaux du RANC (Commune de St-Amans) ferrugineuses et gazeuses et de St Pierre le Vieux	AD A9/A10, 2O 1302	M 12 399	SAM SPLVX
MASSIEUX	1856	Procès-verbal de jaugeage à Bagnols-les-Bains	Ing. des Mines		BLB
DURAND-FARDEL M.	1857				
DUFRESNE de CHASSAIGNE J.	1859	Mémoire sur le traitement et la guérison de l'anévrisme rhumatismal du coeur (endocardite rhumatismale chronique) sous l'influence des eaux thermales de Bagnols-les-Bains (Lozère)			BLB
	1860	Bulletin de la Sté d'Agriculture de la Lozère	Fac. de Médecine de Montpellier		QZC
COMMANDRE M.,	1860	Notice sur les eaux minérales de QUEZAC (Lozère) et l'opportunité d'avoir auprès de ces sources une station d'air destinée à recevoir les jeunes enfants malades des départements du Midi de la France pendant les chaleurs de l'été	Bulletin de la Sté d'Agric., Ind., Sc. et Arts du départ. de la Lozère, t.11°, p.207		QZC

COMMANDRE M.,	18..	Notice sur l'usage des eaux de QUEZAC (Lozère)	Dr Médecin à Alais		QZC
DUFRESNE de CHASSAIGNE J.	(?)	Guide des malades aux eaux de Bagnols (Lozère)	Angoulême, Imp. Girard et Joly, 400 p. **AD 8° 1555**		BLB
JACQUOT E., WILMM M.	1860	Les eaux minérales de la France			France
OSSIAN-HENRY	1860	Rapport à l'Académie de Médecine de Montpellier			QZC
BAUDINOT	1860	Rapport de visite de l'Ingénieur des Mines du 29 mai 1860			QZC
DORLHAC J.	1860	Esquisse géologique du département de la Lozère (carte géologique)	Bulletin de la Sté d'Agric. Sc. et Arts de la Lozère		Lozère
DURAND-FARDEL M., LE BRET E., LEFORT J., FRANCOIS J.,	1860	Dictionnaire général des eaux minérales et d'hydrologie médicale comprenant la géographie et les stations thermales, la pathologie thérapeutique, la chimie analytique, l'histoire naturelle, l'aménagement des sources, l'administration thermale, etc.	2 vol., 1664 p., J.B. Baillière et fils, Paris		BLB/QZC/ CDT
BORELLI DE SERRES	1861	Eaux thermales sulfureuses de Bagnols-les-Bains	Paris		BLB
XXX	1861	Eaux thermales et sulfureuses de Bagnols-les-Bains	Paris, Office de la Gazette des eaux, 16 p., **AD 16/7**		BLB
	(?)	Eaux sulfurées sodiques, bicarbonatées chaudes, 42°	8 p., A.D. 179		BLB
FABRE (Agent-voyer)	1862	Note sur les eaux minérales du MAZEL dans la commune des Laubies. Canton de St-Amans	Arch. Dépt. 48	4T43	MZL
LEDOUX	1864	Structure de l'établissement et plans anciens. rapport de l'Ing. des Mines	Archives Nationales F14-8243		BLB

LECOQ	1864	Les eaux minérales du Massif Central de la France,considérées dans leur rapport avec la chimie et la géologie	Ed. Rothschild, Paris 260 p.		MC
ROUSSEL P. (Dr)	1865	Etudes médicales sur les eaux thermales de la CHALDETTE (Lozère)	Bull. Soc. Agric. Lozère, tome 14		CDT
BERGERON	1866	Présentation des travaux des Dr ROUSSEL P. et ROCHETTE à l'Académie impériale de Médecine	Séance du 16 janvier 1866	(voir Bulletin)	CDT
DAUDE J.	1869	Etude sur les eaux de Marvejols au point de vue économique et hygiénique	64 p., A.D. 568		
LEVASSEUR E.	1873	Petite géographie pour le département de la Lozère à l'usage de l'enseignement primaire	(pp. 42 et 43)		VIL
	1875/ 1920	Note du 30 mai 1875 sur les sources du MAZEL DES LAUBIES, et analyses physico-chimiques du 11 avril 1900	Arch. Dépt. 48	M12 397 2O 836	MZL
	1875/ 1919	Sources minérales de la Lozère. Eaux minérales de LAVAL-ATGER. Canton de Grandrieu. Avec analyses physico-chimiques du 18 mai 1875	Arch. Dépt. 48	M12 397	LAG/DVA/ MZL
CARRERE	1885	Catalogue des eaux minérales			QZC
MAURIN J.	1886	Essai sur les eaux de la Lozère	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, 48 p.	A.D. 572	Lozère
MALEGUE H.	1886	Essai d'une étude sur les eaux minérales des départements de la Loire, de la Haute-Loire et de l'Allier	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, n°387	TPMON 1886 [17], 70 p.	Loire et al.
VEDRINES E.	1887	Etude sur les eaux minérales du Cantal	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, n°426	TPMON 1887 [30], 60 p.	Cantal
BOURILLON M.	1889	Notice sur les eaux thermales de Bagnols-les-Bains	Roanne, Imp. J. Miquel, 65 p.	A.D. 8° 1493	BLB
BELUGOU G.	1891	Contribution à l'étude des eaux minérales sulfurées sodiques	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, n°498	TPMON 1891 [9], 76 p.	Pyrénées

JACQUOT E., WILLM M.,	1894	Les eaux minérales de la France. Etudes chimiques et géologiques.	Librairie polytechnique, Baudry et Cie éd., Paris, 1 vol., 602 p.		BLB/QZC/ CDT
PALOC J.	1894	Etude sur les eaux minérales du département de l'Hérault	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier. Grands annuaires du Midi	TPMON 1894 [17], 36p.	Hérault
BARADUC J.	1895	Etude sur les eaux minérales de l'Allier	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, n°	TPMON 1895 [5], p.	Allier
Labo d'essai d'ALES	1899	Analyse d'une eau minérale de QUEZAC (Lozère). Source DIVA	Analyse pour Mr COMMANDRE		QZC
CORD	1899	Etude géologique et agricole des terrains du département de la Lozère	Paris	in Pouvy, 1932	MZL
LAUNAY de L.	1899	Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales	Ed. Libr. Baudry, Paris		France
CORD et VIRE	(?)	La Lozère : Guide du touriste, du naturaliste, de l'archéologue		in Pouvy, 1932	MZL
XXX	1899	La Lozère pittoresque	pp.62-63		BLB
LEPRINCE-RINGUET	1900	Rapport de visite de l'Ingénieur des Mines du 4 août 1900			QZC
SOLANET A.	1903	Histoire de Notre-Dame de QUEZAC au diocèse de Mende par l'abbé Albert SOLANET	Imprimerie Paus, Mende, pp. 169-181		QZC
LAUBY A., GARRIGOU F.	1910	La source thermo-minérale et la station de La CHALDETTE (Lozère)	Monographie scientifique. Mende, Privat, 100 p., Paris.	in Pouvy, 1932 A.D. 51	CDT
BALMELLE M.	1912	Aperçu géologique sur le département de la Lozère (ou 1922 ou 1932 ?)	Bonnefoy, Mende Archives Dép. de Mende, n°569	in Pouvy, 1932	MZL
BALMELLE M.	1918	Les richesses du sous-sol et les richesses hydrauliques du département de la Lozère	Mende, Libr. A. Planchon et Ignen-Renouard, 159 p. Archives Dép. de Mende, 8°, 1414		Lozère

VIDAL J.	1924	Etude sur Montchanson-les-Eaux. 1.1.1924			Cantal
LORMAND C.	1925	Analyse chimique de l'eau de CHAUDES-AIGUES	Ann. Inst. hydro. clim. t.III, p. III - et t.V p.64		Cantal
GRIMAUD et BALMELLE M.	1925	Précis d'Histoire du Gévaudan	Bonnefoy, Mende	in Pouvy, 1932	MZL
POUVY J.	1932	Les eaux minérales du MAZEL des LAUBIES (Lozère)	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier, n°216	TPMON 1932 [9], 96 p.	MZL
MARTEL E.A.	1936	Les Causses Majeurs (Lozère, Aveyron, Gard, Hérault)	Artières Maury, Millau, 510 p.		Lozère
MORET L.	1945	Les sources thermo-minérales. Hydrogéologie, géochimie, biologie	146 p., 48 fig.	in Lang., 1990	France
BALMELLE F.	1946	Renseignements généraux sur la source de Quézac (Rapport)	Avoué à Mende		QZC
AUBIGNAT A.	1949	Hydrologie de CHAUDES-AIGUES (Cantal)	Note technique du 29.01.49		Cantal
AUBIGNAT A., BLANQUET L., TRONCHE	1949	Le bassin hydrominéral de CHAUDES-AIGUES (Cantal)	Ann. Inst. hydro., 2ème fasc. pp. 109 à 136		Cantal
THIELBOT L., CUVELIER R., SIMON E.	1950	Sur les effets physiologiques de l'eau de BAGNOLS-DE-LOZERE	Presse thermale climatique, 87, 301-303	in FORTUNE, 1975	BLB
GUITTARD E.H.	1951	Le prestigieux passé des eaux minérales : histoires du thermalisme et de l'hydrologie des origines à 1950	Paris, Sté d'histoire de la Pharmacie, 324 p.	in Lang., 1990	France
LAPADU-HARGUES P.	1953	Note sur la constitution du dépôt de la source du PAR de Chaudes-Aigues	Rev. Sciences nat. Auv., fasc. 1-2, 1955, p.25		Cantal
AVIAS J., DELMAS J.P., TIRAT M.	1960	Relations entre les filons de fluorine et les sources thermales de la région de Saint-Laurent les Bains (07)	6èmes journées de l'Hydraulique, Nancy		Ardèche
DDASS 48	(?)	Thermalisme et climatisme	7 p.		Lozère

BALMELLE F.	1962	Note sur les eaux minérales de Quézac "Source DIVA". (en annexe, note du Dr Hugonnet de Mende)			QZC
DESPREZ N.	1962	Recherches sur le gîte thermominéral de Bagnols-les-Bains	BRGM, DS 62 A16, 18 p., + 3ann.	DS 62 A 16	BLB
ROUX J.	1962	Séquelles d'activité du volcanisme en Haute Auvergne	C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., fasc.2, p.38		CDT
ROUX J.	1962	A propos de la mofette de Montgros-en-Lozère	C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., du 4 juin 1962		LAG
HUGONNET G. (Dr)	1962	Indication médicale et valeur thérapeutique de l'eau minérale de la Source DIVA			QZC
HUGONNET G. (Dr)	1962	Note sur les eaux minérales de Quézac "Source DIVA"			QZC
SINEGRE H.	1962	Une petite station thermale : La CHALDETTE en Lozère	Bull. Assoc. Anc. élèves Ec. Sup. de Cce de Montpellier, 10 p.	A.D. 840	CDT
RICHER F.	1964	Etude géologique et métallogénique de la région de Badaroux-Bagnols-les-Bains	Thèse 3ème cycle, Fac. des Sc., Paris		BLB
SCHWINGROUBER M., SUZANNE M.	1968	Eaux minérales. Source "Les Granits", exploitée à l'Etablissement Thermal de La Chaldette, Commune de Brion (Lozère). Demande de régularisation	Rapport DRIRE (8 p.). Application du Décret 57-404 du 28 mars 1957		CDT
ROUSSET C.	1970	Détermination géomorphologique et climatique de l'évolution des calottes glaciaires quaternaires dans les monts d'Aubrac (Massif Central, France).	C.R. Acad. Sc., Paris, série D, t.270, pp. 464-467		CDT
RESTITUITO J.	1971	La vallée de la Truyère entre Garabit (Cantal) et Sarrans (Aveyron). Massif Central français. Le métamorphisme à muscovite - sillimanite, les niveaux sédimentaires et les ressources thermales et minérales.	Thèse 3ème cycle, pétrographie, Clermont-Ferrand		Cantal

AUBIGNAT A.	1971	Le captage des sources minérales	Presse therm. clim., 108, 164-167	in FORTUNE, 1975	France
LOUVRIER M., MONITION L.	1971	Acquisition de la composition chimique des eaux minérales	Presse therm. clim., 108, 141-148		France
Collectif	1972	Thérapeutique thermale et climatique	Ed. Masson et Cie		France
HENOU B.	1973	Les sources minérales et thermales du Cantal. Leur cadre géologique	Thèse 3ème cycle, pétrographie, Clermont-Ferrand		Cantal
SEURAT (Dr)	1974	La source dite "Froide" de Bagnols-les-Bains et ses propriétés thérapeutiques présumées	Recueil des Actes Adm. et Revue d'inform., n°52, pp.285-288		BLB
HENOU B.	1975	Inventaire des ressources naturelles du département du Cantal " sources minérales et thermales"	Rapport BRGM 75 SGN 096 MCE		Cantal
FORTUNE F.H.	1975	Le thermalisme	Fac. Pharm.	615.83 FOR	France
GAGNIERE G., RISLER J. J.	1975	Campagne de reconnaissance du gîte thermominéral de Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	75SGN209MCE	BLB
ROUQUET L.	1976	Contribution à l'étude hydrogéologique de la région médiane des Grands Causses, Gorges du Tarn et de la Jonte, Causse Méjean et Causse du Massegros	Mémoires CERGA, tome X, fasc. IV	Montpellier	Lozère
SARAZIN G., FOUILLAC C., MICHARD G.	1976	Etude de l'acquisition d'éléments dissous par les eaux de lessivage des roches granitiques sous climat tempéré.	Géoch. Cosmochem., Acta, 40, 1481-1486		Div.
RISLER J. J.	1976	Sondages de reconnaissance des sources thermominérales de Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	76SGN304MCE	BLB
COUTURIE J. P.	1977	Le Massif de la Margeride	Ann. Sc. Univ. de Clarmont, 62, 319 p.		AUV
LAROCHE C.	1977	Limites de la thérapeutique médicamenteuse. Place de la crénothérapie	P.T.C., 114° année, n°3, 3ème tr.		France

RISLER J. J.	1977	Compte-rendu des travaux de recaptage de la source d'eau minérale n°1 (dite à 41°C) de Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	77SGN659MCE	BLB
Pr GUERRIER	1977	"Sur les vertus thérapeutiques de l'eau de La CHALDETTE"	(spécialiste O.R.L.)		CDT
SEURAT (Dr)	1977	La source hydro-minérale et l'Etablissement Thermal de La Chaldette	Rapport de 5 p., + anal.IBB du 18/11/1959	DDASS de la Lozère.	CDT
RISLER J.J.	1978	Etude de la source ODIVINE à MONTCHANSON. Commune de Faverolles - Cantal.	Rapport BRGM de juillet 1978 (6 p., 6 fig.)	78 SGN 417 MCE	Cantal
ROUX J., SENAUD G.	1978	Le levé aéromagnétique Massif Central 1975 : étude de quelques anomalies caractéristiques liées au volcanisme et au socle.	Thèse 3° cycle, Clermont-Ferrand, 208 p.		Lozère
AUBIGNAT A., BATARD F., RISLER J. J.	1979	Etablissement thermal de Bagnols-les-Bains. Recherche et traitement des pollutions bactériennes apparues dans le puits de recaptage de la source minérale n°1	BRGM	79SGN241AUV	BLB
D'ARCY D., BATARD F., RISLER J.J.	1979	Inventaire des ressources du sous-sol du département de la Haute-Loire	Rapport BRGM	79 SGN 055 AUV	Hte-Loire
SCHOELLER H., SCHOELLER M.	1979	Une étude des eaux thermales et minérales du Massif Central Français	Bull. BRGM, n°2, 1979		Lozère+
JEANTIN M.	1979	Fichier des sources minérales du bassin supérieur de l'ARDECHE.	Rapport BRGM	NT 79 SGN 462 AUV	Ardèche
BOURGEOIS M..	1980	Note sur la pollution de l'eau thermale à Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	80 AUV 012	BLB
BRGM	1981	Atlas des eaux souterraines de la Lozère. SGR Languedoc-Roussillon	Ed. "Le Paysan du Midi", Montpellier		
BOURGEOIS M.	1981	Dispositions à prendre pour supprimer la pollution de l'eau thermominérale de Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	81SGN007AUV	BLB

JEANTIN M.	1981	Etudes des sources minérales de la HAUTE ARDECHE	Thèse de 3ème cycle, Université de Grenoble		Ardèche
BOURGEOIS M..	1981	Etablissement thermal de Bagnols-les-Bains. Compte-rendu de la visite du 27/02/1981	BRGM	81 AUV 002	BLB
WALLON A.	1981	La vie quotidienne dans les villes d'eaux, 1850-1914	Paris, Hachette, 350 p.	in Lang., 1990	France
BRGM	1982	Atlas des ressources du sous-sol du département de la Lozère	SGR/LRO Ed. "Le Paysan du Midi", Montpellier		
BAYER R., COUTURIE J.P., VASSEUR G.	1982	Résultats géophysiques récents sur le granite de la Margeride	Ann. Géophys., t.38, pp. 431-447	ENERGEROC	Lozère+
BERARD P., BOURGEOIS M..	1982	Etablissement thermal de Bagnols-les-Bains (Lozère). Compte-rendu du pompage d'essai d'octobre-novembre 1982.	BRGM	82LRO470PR	BLB
CRIAUD A.	1983	Phénomènes d'oxydo-réduction et métaux en traces dans les eaux minérales carbogazeuses du Massif-Central	Thèse de 3ème cycle	Univ. Paris VII	Lozère
DUMAS A.	1984	Situation actuelle du thermalisme en Vivarais	Doctorat d'Etat Grenoble 1		Vivarais
POUL X.	1984	Station thermale de Bagnols-les-Bains (Lozère)	BRGM	84LRO554PR	BLB
REQUIER P.	1986	Evolution du thermalisme en France et en région Auvergne	Thèse Pharmacie Rouen		France Auvergne
BERARD P.	1986	Eaux thermales et eaux minérales en Languedoc-Roussillon. Rapport de synthèse hydrogéologique	BRGM SGR Languedoc-Roussillon	86SGN473LRO	LRO
MEYER D.	1986	Le thermalisme en Lozère	Fac. de Médecine Doctorat Montpellier 1	295008-1986-316	Lozère BLB

MARCHAL J.P., VIALA J.P.	1986	Renforcement de l'alimentation en eau potable de la commune de Banassac (Lozère).	BRGM	86 LRO 639	Calc.
PROUHEZE P.	1986	La station thermale de BAGNOLS-LES-BAINS (Lozère) : évaluation de l'efficacité de la cure d'après enquête	Thèse Fac. de Pharmacie de Montpellier 1	85/MON/295	BLB
PAYAN H.	1986	La crénothérapie par les eaux sulfurées	Doctorat d'Etat Pharmacie Paris 5		France
ANTIGNAC F.	1987	Etats et origines du soufre en solution : application à la genèse des eaux sulfurées	Thèse Pharmacie Paris 11, Chatenay	PA114340	France
BERARD P.	1987	Les sources thermales et minérales non utilisées en Lozère : La Chaldette, Jenny et Diva	BRGM SGR/ Languedoc-Roussillon	86LRO704PR du 29 12 1987	CDT/JNY DVA
EULRY M., TEISSIER J.L.	1988	Projet de réactivation de la station thermale de la CHALDETTE (Lozère). Etude hydrogéologique préalable	SELO/BRGM, SGR Languedoc-Roussillon	88LRO726PR	CDT
DHOMBRES Y.	1989 (?)	Station thermale de la CHALDETTE. Etude préliminaire (SELO). etude sur l'ouverture d'une infrastructure de tourisme et de santé	SELO - Mende / Ecole Sup. de Commerce de Montpellier		CDT
Fédération Thermale et climatique Française	(?)	15, rue de l'Estrapade, Paris 75005			
MASSON Y.	(?)	Etat des lieux et avant-projet sommaire de rénovation de l'établissement thermal de la CHALDETTE (Plans)	SELO, Mende		CDT
GUERRIER Y.	1989	Les indications médicales de la station thermale de la CHALDETTE. Notions préliminaires	Tirés à part, Montpellier		CDT
Institut Bouisson-Bertrand	1989	Résultats des contrôles des eaux de la CHALDETTE de 1958 à 1968, en 1950, et en 1989	SELO/Montpellier		CDT

HERISSON C.	(?)	Cours d'hydrologie et de climatologie médicale	Montpellier		
MIQUEL-TABOADA R.	1989	La CHALDETTE : étude rétrospective et perspectives d'avenir	Fac. de Médecine Hydrologie et climatol. médicale - Montpellier 1	90.295040-344	CDT
BARAT A., BLINY J.C., JERPHANION P.	1989	Inventaire des sources minérales du département de l'ARDECHE.	Rapport BRGM	89 SGN 054 RHA	Ardèche
TEISSIER J.L.	1989	Projet de réactivation de la station thermale de la CHALDETTE (Lozère). Campagne de reconnaissance par sondages mécaniques	SELO/BRGM, SGR Languedoc-Roussillon	89LRO766PR	CDT
BERARD P., SAUVEL C.	1989	Recherche d'eau par forages pour la commune de QUEZAC (48)	BRGM/SGR Languedoc-Roussillon	89LRO778PR du 24 mai 1989	QZC
TEISSIER J.L.	1989	Département de la Lozère. Commune de Brion-La Chaldette. Source thermominérale "Les Granits". Demande d'autorisation d'exploitation	(Application du décret n°57-404 du 28 mars 1957). 5 ann.		CDT
BERARD P.	1989	Renforcement de l'AEP de BRENOUX (Lozère). Identification hydrogéologique et devis-programme	Rapport BRGM	89 LRO 796 PR	Calc.
LANGUEDOC HYDRO-SERVICES	1989	Résultats de la recherche par forages de reconnaissance. Forages de TREMOULI. Note de fin de travaux	Rapport du 18 décembre 1989		Calc.
BERARD P.	1989	Renforcement de l'AEP de BRENOUX (Lozère). Réalisation d'un forage à Langlade.	Rapport BRGM	89 LRO 822 PR	Calc.
LANGENIEUX-VILLARD P.	1990	Les stations thermales en France	Coll. Que sais-je ? PUF Fac. Pharm.	615-83 LAN	France
BERARD P., IUNDT F. et Al	1990	Caractérisation de la ressource en eau gazeuse découverte à QUEZAC (Lozère)	BRGM/SGR Languedoc-Roussillon. 21 p., 3 fig., 7 tab., 4 ann.	R31464 LRO4S90 du 28.09.1990	QZC

LANGUEDOC HYDRO-SERVICES	1990	Essai par pompage sur le forage n°2 de "TREMOULI" à la Canourgue	Note du 5 janvier 1990		Calc;
LEITAO-ROBALO J.M., HONEGGER J.L.	1990	Evolution des caractéristiques physico-chimiques des eaux carbogazeuses depuis le sous-sol jusqu'à l'exploitation. Programme de recherche BRGM-EGOIB 1990/1991/1992.	In Bull. Hydrogéologie, n°4, 1990, pp.221-232, 6 fig., 5 tab.		QZC
BALMY S.	1991	Les eaux minérales françaises naturellement gazeuses : nature, origine géologique des gaz dissous	Thèse Pharmacie Paris 5	PA04P090	France
BERARD P., ALABOUVETTE B., JUNCY G., SINIBARDY F.	1991	Etude des potentialités hydrominérales du site de QUEZAC (48). Phase 1 : Etude générale du gisement	BRGM/SGR Languedoc-Roussillon. 17 p., 5 fig., 3 ann.	91LRO923 PR du 11.09.1991	QZC
GUIRONNET L.	1992	Les stations thermales françaises	Thèse Pharmacie Lyon 1	LYO1P139	France
JAUFFRET D.	1992	Informatisation du fichier des indices thermo-minéraux. Bilan d'activité pour 1991. Saisie signalétique des ETM de l'ARDECHE	Rapport BRGM	NT 92 RHA 005	Ardèche
TAMPO D. et Al.	1992	Les eaux conditionnées	Techn. et doc. Lavoisier		France
BERARD P., SAUVEL C., VIOLET J., IUNDT F., ROIGNOT G.	1992	Reconnaissances par forages et par diagraphies du gisement hydrominéral de QUEZAC-ISPAGNAC (48)	BRGM/SGR LRO et ETM/LYON. 16 p., 9 fig., 4 tab., 5 ann.	RT 224 du 04.06.1992	QZC
BERARD P., DURAND V., GADALIA A., IUNDT F.	1993	Etude du gisement hydrominéral de QUEZAC-ISPAGNAC (Lozère). Réalisation de 2 forages d'exploitation, certification du gisement, conditions préconisées pour l'exploitation et la protection du réservoir	BRGM/SGR LRO et ETM/LYON		QZC
BRUNNER N.	1993	La place du fluor dans la cure thermale à visée ORL à BAGNOLS-LES-BAINS (Lozère)	Thèse Pharmacie Montpellier 1	93/MON/64	BLB

ALDEBERT P.	1994	Etude clinique d'une cure thermale à la Chaldette dans les pathologies ORL récidivantes ou chroniques de l'adulte.	Dossier d'agrément		CDT
GIAGNOLINI V.	1994	Les eaux thermominérales de France : eaux naturellement chaudes à l'émergence, répartition géologique, circuit hydrothermal, cure thermale	Thèse Pharmacie Paris 5	PA04P096	France
BRANEYRE M.	1994	Pompage d'essai d'octobre 1994 sur le forage du Réservoir. Commune du MONASTIER (48)	Rapport ANTEA	A 01567	Calc.
BAGUELIN C.	1994	La radioactivité des eaux thermominérales	Thèse Pharmacie Paris 5	PA05P095	France
DESGREZ P., POPOFF G.	1994	Sur la demande d'autorisation d'exploiter comme eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau du captage Les Granits situé à La Chaldette, commune de Brion (Lozère)	Rapport au nom de la Commisssion XI (Climatisme-Therm.-Eaux Min.) Anal. de référence de 1993	Bull. Acad. Nat. Méd., 1994, 178, n°3, pp.519-537, séance du 22 mars 1994	CDT
SELO	1995	Dossier de demande d'agrément de l'Etablissement Thermal de La Chaldette - 48310 BRION	Avec rapport du Bull. de l'Acad. Natle. Méd. de 1994 et copie des anal. d'eau du 27/04/1995		CDT
BLAVOUX B., BERTHIER F.	1985	Les originalités hydrogéologiques et technologiques des eaux minérales	Bull. Soc. Géol. France	(8), t.1, n°7, pp.1033-1044	France
CROZET R.	1995	L'Auvergne qui guérit, les saints que l'on prie, les sources de vie, les mains bénies.	Ed. AEDIS, Vichy, 189 p.		CDT/MZL/ SBC
Ministère des Affaires Sociales, de la Santé et de la Ville	1995	Arrêté accordant l'autorisation d'exploiter en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau du captage "Les Granits" situé à La Chaldette. Commune de BRION	A.M.A. du 27 mars 1995		CDT

AUROUX F., VIOLET J.	1996	Rapport d'exécution de travaux concernant un forage de reconnaissance "BANASSAC 1" et les pompages d'essai en vue de l'adduction en eau potable de la commune de Banassac (48).	Rapport ANTEA	A 05900	Calc.
ROUSSEAU BELLANGER C.	1996	Contribution à une classification chimique des eaux minérales françaises	Thèse Pharmacie Angers	ANGE0116	France
MICHEL D., FRANCOIS J.M.	1997	Forage de reconnaissance. Essai par pompage. Réalisé à la demande de la Mairie de St Bonnet de Chirac. Rapport	Rapport hydrogéologique du 8 septembre 1997 BERGA-Sud	n° 48/138 C 97075	Calc.
VASSEUR G, MICHARD G., FOUILLAC C.	1997	Contraintes sur la structure profonde et le fonctionnement du système hydrothermal de Chaudes-Aigues	Revue Hydrogéologie, n°4, 1997, pp.3-17	Ed. BRGM	Cantal
NEGREL P.	1998	Geochimical study of a granitic area - the Margeride mountains, France : Chemical element behaviour and $^{87}Sr/^{86}Sr$ constraints	Publ. BRGM, Aquatic Geochemistry (sous presse)		Lozère Auvergne

BLB = Bagnols les Bains
MZL = Mazel des Laubies
MC = Massif Central
CDT = La Chaldette
VIL = Villefort
AUV = Auvergne
LAG= Laval Atger
QZC/DVA = Quézac, DIVA
Calc. = Calcaires (Causses)
JNY = Jenny
SAM = Saint-Amans
SPLVX = St Pierre le Vieux

A N N E X E 2

RESULTATS DES ANALYSES D'EAU

Des mesures in-situ ont été effectuées sur plus de 25 des émergences et des sources retenues dans le cadre du présent inventaire. Les analyses d'eau sur 11 d'entre elles, l'étude et l'interprétation des résultats ont été réalisés avec la collaboration de nos laboratoires de Montpellier et d'Orléans, et avec l'appui du Centre Thématique Eau et de la Direction de la Recherche Eau du BRGM de Montpellier.

Les analyses plus complètes en laboratoire apportent des indications fondamentales sur les éléments majeurs, sur les micropolluants métalliques et sur les éléments en traces. Cette distinction est traduite ci-après au niveau des résultats et des interprétations qui en découlent, portant :

* sur la typologie des eaux ou leur faciès hydrochimique,
* sur les caractéristiques plus spécifiques associées aux résultats des analyses en composantes principales (ACP),
* sur un essai de caractérisation des eaux suivant l'indice de saturation par rapport aux minéraux principaux des roches du réservoir, la présence ou non de CO_2, et enfin les géothermomètres.

1 - TYPOLOGIE DES EAUX

1.1 - Résultats des analyses

* Mesures in-situ : température, conductivité, pH, Eh, estimation du débit, récapitulées sur les tableaux 12 et 13 in-texte

* Analyses au laboratoire de Montpellier :
tableau A1 des résultats de mesures du pH, TAC (HCO_3) et du TH

* Analyses sur 11 sources après filtration à 0,45 µ, au laboratoire d'Orléans :
tableau A2 des résultats d'analyses multi-élémentaires portant sur les 40 paramètres dont les éléments analysés, les modes opératoires, les limites de dosabilité et les précisons de mesures sont indiquées sur la page A2-b

* Résultats des analyses officielles (Annales des Mines, laboratoires Agréés), reprise des
analyses retrouvées sur les étiquettes : tableau A3, et dans différents rapports d'études,
notamment pour les sites exploités et pour les forages de reconnaissance.

Les analyses anciennes ont été "traduites ou converties" en mg/l et en méq/l, nous avons procédé à la vérification des résultats, et à leur validation suivant les balances ioniques sur les éléments majeurs.

Nous avons ajouté aux 11 points analysés, les résultats de 8 sources ou forages anciennement ou actuellement exploités en stations thermales et en embouteillages, avec en particulier :

- la source du PAR de Chaudes-Aigues dans le Cantal,
- la source des GRANITS et le forage de La CHALDETTE,
- le forage de BAGNOLS-les-BAINS,
- le forage F2 de QUEZAC,
- une des deux sources de St-LAURENT-les-BAINS en Ardèche,
- les sources anciennement exploitées d'ODIVINE à Montchanson dans le Cantal,
- et de MARIE-SOUVERAINE à Entraygues.

1.2 - Regroupement des eaux par familles

Les sources étudiées se répartissent selon les trois contextes géologiques du département de la Lozère entre les roches éruptives : granites et granodiorites, les roches métamorphiques :schistes, micaschistes et gneiss, et les formations sédimentaire : calcaires et dolomies des réservoirs karstiques.

Le caractère le plus déterminant retenu pour les eaux de socle portait sur la conductivité liée à la minéralisation des eaux sur la présence de CO_2, et sur les anomalies positives de la température pour les réservoirs karstiques. Il n'est pas fait mention ici des eaux de sources de socle, froides et très peu minéralisées habituellement captées pour les besoins d'AEP, ni des eaux karstiques dites " banales", ni des eaux des nappes alluviales exploitées par des puits et dont la qualité est souvent excellente.

Les représentations graphiques comprennent :

* des diagrammes de SCHOELLER-BERKALOFF, présentés en annexe A4,

* et un diagramme de PIPER présenté en annexe A5.

1.3 - Interprétations

Température des eaux :

- les eaux issues des aquifères karstiques présentent en Lozère une température anormalement élevée dès que celle-ci dépasse 15°C à l'émergence. Pour les 8 sources répertoriées les sources du MOULIN de la Malène, de la Fontaine de la REPUBLIQUE à la Canourgue, de CHAUDES AYGUES à Auxillac appartiennent à cette catégorie avec un maximum de 19,1 et de 21,5°C pour ces deux dernières venant de l'aquifère inférieur. Les eaux de l'aquifère supérieur ont des températures comprises entre 8 et 11°C, sauf pour les sources du Moulin à 16,5°C.

- pour les 11 forages, tous situés dans l'aquifère inférieur des Causses, la température de l'eau est directement liée à la profondeur du toit de l'aquifère, les maxima atteints étant de 28 et de 30°C pour les forages NF1 et NF3 du CHAMBONNET, profonds de 346 et 446 m. Les températures des eaux sont comprises entre 14,5 et 17°C aux forages des BORIES, du RESERVOIR au Monastier, de LANGLADE, du MOULIN à Banassac, et du forage F2 de QUEZAC, dont les profondeurs vont de 100 à 206 m.

- Les eaux de socle anormalement chaudes sont déjà connues et exploitées pour le thermalisme avec 81/82°C à CHAUDES-AIGUES (15), 53,5°C à St-LAURENT-les-BAINS (07), 30 à 42°C à BAGNOLS-les-BAINS, et 32,5 à 35,1°C à la CHALDETTE.

La grande majorité des eaux du socle sont à une température comprise entre 8 et 12,5°C. Seules les sources de SALIEGES et de FOUON CHALDE se démarquent mais faiblement avec 12,8 et 13,3°C. La source de RUILLES sur le Mazel-des-Laubies notée en juillet à 16,3°C indique une origine superficielle.

Conductivité et minéralisation totale ou résidu sec et pH :

Les analyses d'eau des forages caractéristiques de l'aquifère karstique inférieur, des formations de base du Lias, des évaporites du Trias et des pélites du Saxonien existent pour la plupart. Bien que non reprises dans les présentes interprétations on remarque des conductivités qui vont (sauf pour LANGLADE à 315 µS/cm) de 527 à 2600 µS/cm. La minéralisation la plus forte est celle du forage du MOULIN à Banassac où l'eau avec 2600 µS/cm est nettement plus minéralisée qu'au forage de QUEZAC qui est à 1920 µS/cm. Les sources des formations karstiques présentent des conductivités qui vont de 175 µS/cm pour FONTMAURE avec un transit souterrain rapide des eaux depuis le socle, à 400/500 µS/cm pour le plus grand nombre.
Les valeurs de résidu sec pour les 4 eaux analysées en multi-paramètres vont de 270 à 485 mg/l.

Pour le socle, on a des eaux soit très peu minéralisées avec moins de 50 à 100 µS/cm, soit des eaux dont la conductivité est comprise entre 200 et 800 µS/cm, soit enfin des eaux à plus de 1000 et jusqu'à plus de 3500 µS/cm : au MAZEL-des-LAUBIES, à SALIEGES et au RANC.
Les résidus sec vont de 270 à 370 mg/l pour FONTFORTE, pour FOUON SAGADO et pour LAVAL, se situent entre 2400 et 2800 mg/l pour le MAZEL-des-LAUBIES, SALIEGES et le RANC, et à 737 mg/l pour ENTRAYGUES, en position intermédiaire.

Les valeurs de pH sont très normalement basiques pour les eaux carbonatées, à l'exception de la source DIVA et du forage de QUEZAC, et acides pour les eaux de socle sauf pour les eaux thermales de CHAUDES-AIGUES, de la CHALDETTE et de BAGNOLS-les-BAINS.

Alcalinité et dureté des eaux :

Sur les 12 échantillons retenus sur le tableau A1 :

- les eaux des séries calcaires et dolomitiques de l'aquifères supérieur : sources de THEBAÏDE et du MOULIN, celles de l'aquifère inférieur : sources de St-FREZAL et de CHAUDES AYGUES, et du contact Lias-Trias de la Fontaine de la REPUBLIQUE, ont des valeurs de TAC qui vont de 19 à 28°F, et des duretés comprises entre 21 et 33°F.
Les teneurs en ions bicarbonates (HCO_3) vont de 275 à 350 mg/l.

- les eaux de socle de FOUON SAGADO, de FONTFORTE et de LAVAL ont un TAC de 15 à 25°F, et des TH très faibles, de 4 à 15°F. Les teneurs en HCO_3 vont de 180 à 305 mg/l. La source d'ENTRAYGUES présente des valeurs intermédiaires en TAC et en TH, et une teneur de 856 mg/l en bicarbonates.
Les sources du MAZEL-des-LAUBIES, de SALIEGES et du RANC présentent les valeurs les plus fortes en TAC et en TH, et en ions HCO_3 avec plus de 2700 et jusqu'à 3200 mg/l, traduisant les observations précédentes sur la conductivité et sur le résidu sec.

Représentations graphiques :

Sur la base des 11 analyses portant sur les 9 éléments majeurs suivants :

Ca, Mg, Na, K, Cl, SO_4 , HCO_3, CO_3 et NO_3 ,
traduits en méq/l, nous avons adopté deux types de représentations graphiques :

* **les diagrammes de SCHOELLER-BERKALOFF**,
présentés aux figures A4-1 à A4-5,
* **et un diagramme de PIPER** présenté à la figure A5.

Sur la figure A4-1, on a représenté l'ensemble des 11 sources analysées sur un seul diagramme de **SCHOELLER-BERKALOFF** qui montre la très grande variété des faciès des eaux en Lozère.

Les 4 eaux des réservoirs karstiques sont **de type bicarbonatées calciques** (figure A4-2), et magnésiennes, mais nettement séparées avec un pôle sulfaté lié à la proximité des formations du Trias et un autre asulfaté, elles présentent toutes des teneurs faibles en nitrates. Les eaux de la Fontaine de la REPUBLIQUE et de CHAUDES AYGUES sont semblables, plus minéralisées que celles des sources du MOULIN et de St-FREZAL notamment en sulfates et en sodium.

Pour les moins minéralisées des eaux du socle des sources de FONTFORTE, de LAVAL et de FOUON SAGADO (figure A4-3) **le type est bicarbonaté sodique** pour les deux dernières, **calcique et magnésien.** Pour la source de FONTFORTE on note l'absence de chlorures, alors que les sulfates sont à de très faibles teneurs pour LAVAL.

Pour les eaux du socle les plus minéralisées (figure A4-4), celle d'ENTRAYGUES est de type **bicarbonaté calcique et magnésien,** celles du RANC et du MAZEL-des-LAUBIES sont très semblables, **bicarbonatées sodiques,** celle de SALIEGES est de la même famille, mais s'en distingue avec des teneurs en sulfates très faibles, elle est souvent désignée comme "asulfatée".

A titre de comparaison, **les eaux thermales et minérales actuellement exploitées** (figure A4-5), **sont toutes de type bicarbonatées sodiques** pour les eaux thermales de socle de CHAUDES-AIGUES, de BRION et GRANIT à la Chaldette, et de BAGNOLS-les-BAINS. L'eau de QUEZAC se démarque nettement en étant bicarbonatée et sulfatée calcique et magnésienne, et d'autre part carbo-gazeuse.

Sur la figure A5, la représentation est donnée par le **diagramme de PIPER** pour les 11 sources analysées. On retrouve la séparation entre les sources bicarbonatées calciques des aquifères karstiques 1, 2, 3 et 4, plus sulfatées et magnésiennes pour la 2 : Fontaine de la REPUBLIQUE et pour la 4 : source de CHAUDES AYGUES.

Les sources de socle 5 : FONTFORTE et 8 : ENTRAYGUES se rapprochent du pôle bicarbonaté calcique normal.

Pour l'ensemble des autres sources de socle, celles de FOUON SAGADO (9) et de LAVAL (10) se distinguent un peu, tout en restant dans le pôle très marqué des eaux bicarbonatées sodiques auquel sont rattachées le RANC (6), le MAZEL-des-LAUBIES (7) et SALIEGES (11).

2 - ANALYSES EN COMPOSANTES PRINCIPALES

2.1 - Données utilisées

Le tableau A2 présente les résultats des analyses multi-élémentaires qui ont porté sur 40 données ou éléments dont la désignation et les modes opératoires sont indiqué en A2-b. Les 11 échantillons prélevés en octobre 98 ont été complétés pour la comparaison des analyses par 8 autres résultats venant soit de l'édition la plus récente des Annales des Mines (mai 1998) pour les sites exploités, soit de rapports d'études avec l'analyse de 1978 pour la source ODIVINE, soit enfin de la conversion en mg/l et par élément de l'analyse du 18 mai 1875 relevée sur l'étiquette de la source MARIE-SOUVERAINE à Entraygues (commune de Laval-Atger).

Concernant la conversion également de la source SAINTE-MARIE du Mazel-des-Laubies et les écarts entre la valeur ancienne par rapport à la valeur actuelle, il est à remarquer dans ce cas une bonne conservation de la composition physico-chimique initiale. Pour MARIE-SOUVERAINE, les écarts sont plus conséquents entre la valeur actuelle et les données du début du siècle (tableau A3). L'eau prélevée en octobre 1998 se trouve être nettement moins minéralisée.

Les éléments retenus dans l'ACP effectuée sont au nombre de 13, incluant enplus des 8 ions majeurs suivants : HCO_3 Ca, Mg, Cl, NO_3, K, Na et SO_4, la silice SiO_2, le fer et le résidu sec, le pH,et la température. Les valeurs adoptées pour les 19 points retenus sont présentées dans le tableau A6.

Nota : la corrélation testée sur les micropolluants métalliques n'a rien donné.

2.2 - Interprétations

Dans le cadre des Analyses en Composantes Principales (nommées ACP), on compare entre eux un certain nombre d'éléments de l'analyse suivant des matrices de corrélation. On aboutit à des coefficients de corrélation qui rendent compte des affinités plus ou moins grandes entre les éléments suivant les échantillons.

L'ACP permet dans un premier temps la détermination des axes principaux au nombre de 3, qui, pris 2 à 2, expliquent un certain pourcentage de la variance totale du nuage de l'ensemble des points.

Les cercles de corrélation précisent lesquels des éléments sont le mieux corrélés, et suivant quels axes retenus. Dans cette représentation, on calcule les corrélations existantes entre les 13 variables initiales et les facteurs principaux :

* le pH, le résidu sec, les bicarbonates, le sodium et le potassium sont bien corrélés à l'axe 1,

* le calcium, magnésium, sodium, les sulfates, le fer bien corrélés à l'axe 2,

* les nitrates sont corrélés à l'axe 3.

La projection en plan des axes 2 à 2 de tous les sites dans le nouveau système de repère permet de mieux visualiser les regroupements et d'effectuer les distinctions significatives entre les sources.

Sur les figures A7 et A8 représentant les corrélations des données suivant les axes 1 et 2, puis 2 et 3, on note les familles principales ou groupes suivants :

* le groupe des 4 sources karstiques en y associant FONTFORTE

* le groupe de la Chaldette avec BRION et GRANIT, BAGNOLS-les-BAINS et la source du PAR, auquel sont rattachées FOUON SAGADO et LAVAL,

* les deux sous-groupe du MAZEL et ODIVINE, et de SALIEGES et du RANC,

* QUEZAC, MARIE-SOUVERAINE et ENTRAYGUES sont plus isolées.

En fait, les sources qui présentent une composante carbo-gazeuse sont les plus dispersées.

3 - INDICES DE SATURATION, TENEURS EN CO_2 ET GEOTHERMOMETRES

Un essai de caractérisation des eaux suivant l'indice de saturation par rapport aux minéraux principaux des roches du réservoir, la présence ou non de CO_2, et enfin les géothermomètres a fait l'objet de calculs et d'analyses.

Une première interprétation des données indique la nécessité de procéder à des investigations complémentaires comprenant à la fois de nouvelles mesures in-situ et une analyse plus approfondie des résultats pour être validée et présentée.

Il s'agirait :

* d'établir lesquels des minéraux sont sous-saturés avec des dissolutions encore possibles, et lesquels sont sur-saturés pouvant conduire à des précipitations,

* de comparer les valeurs de CO_2 calculées à d'autres valeurs à mesurer directement sur le site des sources,

* de procéder à une évaluation précise des géothermomètres indicatifs de la température de l'eau et de la profondeur atteinte au cours de son transfert dans les réservoirs.

De façon à discerner les conditions des écoulements souterrains, le temps de séjour des eaux et les composantes pouvant résulter de mélanges avec les eaux superficielles, les conditions d'évolution de la chimie des eaux lors de leur remontée, les principes qui régissent le maintien de températures élevées jusqu'à la surface ou ceux qui déterminent leur refroidissement, ..., sur un certain nombre de sites les datations et les mesures des isotopes de l'eau : O_{18} , Deutérium, Tritium, Strontium ... sont indispensables.

EAUX MINERALES ET THERMALES EN LOZERE

		Date du			DIGIT		en degrés F		HCO3-	HCO3-	M2+
Dénomination	n°	prélèvement	pH. labo	V prise(ml)	alcalinité	dureté	TAC	TH	mg/l	meq	meq
MALENE	1	13/10/98	7.58	20	710	340	22.19	21.25	275.1	4.44	4.250
REPUBLIQUE	2	13/10/98	7.60	20	783	533	24.47	33.31	303.4	4.89	6.663
St-FREZAL	3	13/10/98	7.57	20	739	385	23.09	24.06	286.4	4.62	4.813
CHAUDES-AYGUES	4	13/10/98	7.53	20	615	395	19.22	24.69	238.3	3.84	4.938
FONT-FORTE	5	14/10/98	5.43	50	1305	592	16.31	14.80	202.3	3.26	2.960
RANC	6	14/10/98	6.93	20	8248	559	257.75	34.94	3196.1	51.55	6.988
MAZEL des LAUBIES	7	14/10/98	6.49	20	6960	893	217.50	55.81	2697.0	43.50	11.163
ENTRAYGUES	8	15/10/98	6.30	20	2210	-	69.06	-	856.4	13.81	-
FOUON SAGADO	9	15/10/98	6.95	20	467	69	14.59	4.31	181.0	2.92	0.863
LAVAL	10	16/10/98	6.39	20	788	120	24.63	7.50	305.4	4.93	1.500
SALIEGES	11	16/10/98	6.60	20	7189	743	224.66	46.44	2785.7	44.93	9.288
THEBAÏDES	12	13/10/98	7.87	20	897	430	28.03	26.88	347.6	5.61	5.375

Dosages effectués le 2 novembre 1998, au BRGM à Montpellier
Laboratoire de la Direction de la Recherche

Tableau A1 - Mesures du pH, du TAC et du TH sur 12 sources

Eaux Thermales et Minérales en LOZERE

Ech. N°	Litho.	NOM	Al Alumin	NH4 Ammon	Ag Argent	As Arsenic	Ba Baryum	Be Béryll	HCO3 Bicarb	B Bore	Cd Cadm	Ca Calcium	CO3 Carb	COT C org tot	Cl Chlor	Cr Chrome	Co Cobalt	COND à 25°C	Cu Cuivre	Fe Fer	F Fluor	Li Lithium
		BINF	.03	.1	5	10	5	5	3	20	2	.1	3	.5	.1	5	2	1	2	.02	.1	.01
		BSUP	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		UNIT	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	uS	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	C	MOULIN	0.04	< 0.1	< 5.	< 10.	8.	< 5.	279.	20.	< 2.	68.9	< 3.	0.6	2.1	< 5.	< 2.	472.	< 2.	0.04	< 0.1	< 0.01
2	C	REPUBLIQUE	< 0.03	< 0.1	< 5.	< 10.	24.	< 5.	308.	44.	< 2.	102.	< 3.	0.8	5.7	< 5.	2.	664.	< 2.	0.05	0.2	< 0.01
3	C	St FREZAL	0.07	< 0.1	< 5.	< 10.	11.	< 5.	285.	< 20.	< 2.	77.7	< 3.	0.5	3.3	< 5.	< 2.	449.	< 2.	0.05	0.4	< 0.01
4	C	CHAUDES-AYGUES	< 0.03	0.1	< 5.	< 10.	53.	< 5.	240.	45.	< 2.	69.6	< 3.	0.6	3.5	< 5.	< 2.	575.	< 2.	0.03	0.7	0.03
5	G	FONTFORTE	0.33	< 0.1	< 5.	< 10.	35.	< 5.	208.	230.	< 2.	29.1	< 3.	2.6	1.8	19.	< 2.	355.	< 2.	8.67	0.4	0.11
6	G	RANC	0.28	< 0.1	< 5.	< 10.	208.	64.	3182.	842.	< 2.	63.8	< 3.	3.7	42.2	< 5.	< 2.	347.	< 2.	1.18	6.4	2.80
7	G	MAZEL des LAUBIES	0.08	< 0.1	6.	39.	63.	41.	2728.	544.	6.	132.	< 3.	2.7	32.3	15.	4.	3560.	3.	3.43	3.3	3.60
8	S1	ENTRAYGUES	0.05	< 0.1	< 5.	28.	105.	10.	865.	150.	< 2.	149.	< 3.	2.7	10.1	5.	6.	1205.	5.	8.23	0.7	0.37
9	G	FOUON SAGADO	0.16	< 0.1	< 5.	95.	5.	9.	180.	253.	< 2.	10.1	< 3.	1.4	11.9	< 5.	< 2.	380.	< 2.	1.79	5.9	0.18
10	S1	LAVAL	0.12	< 0.1	< 5.	< 10.	262.	5.	293.	789.	< 2.	11.1	< 3.	1.2	36.5	5.	< 2.	577.	< 2.	-0.02	1.6	0.59
11	S	SALIEGES	0.30	0.1	< 5.	< 10.	8802.	21.	2773.	3569.	< 2.	81.8	< 3.	2.6	100.0	18.	3.	3850.	12.	1.84	2.3	1.76

Ech. N°	Litho.	NOM	Mg Magnés	Mn Mangan	Ni Nickel	NO3 Nitrates	NO2 Nitrites	PO4 Orth Ph	OXYD Oxydab	PTOT Phos T	PH pH	Pb Plomb	K Potas	RSEC Rés sec	SiO2 Silice	Na Sodium	Sr Stront	SO4 Sulfates	TAC T A Cple	TA T Alcal	TH T Hydr	Zn Zinc
		BINF	.1	5	5	.1	.01	.1	.2	.4	.1	2	.3	.1	.5	.1	.01	.1	.01	.01	.1	5
		BSUP	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	14	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		UNIT	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	U	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	me/l	me/l	degF	µg/l
1	C	MOULIN	12.9	< 5.	9.	3.6	< 0.01	< 0.1	0.4	< 0.4	8.1	< 2.	0.5	269.	6.7	1.4	0.03	2.6	4.57	< 0.01	22.5	< 5.
2	C	REPUBLIQUE	22.5	< 5.	12.	5.6	0.03	< 0.1	1.3	< 0.4	7.7	< 2.	2.8	485.	9.9	6.8	1.13	103.	5.05	< 0.01	34.8	15.
3	C	St FREZAL	10.7	< 5.	9.	5.4	0.01	< 0.1	0.6	< 0.4	7.9	< 2.	0.9	296.	5.0	1.4	0.03	3.2	4.67	< 0.01	23.8	< 5.
4	C	CHAUDES-AYGUES	16.0	< 5.	9.	3.4	0.05	< 0.1	1.3	< 0.4	7.7	< 2.	3.2	353.	12.4	9.6	0.95	64.3	3.93	< 0.01	24.0	5.
5	G	FONTFORTE	17.4	819.	25.	< 0.1	< 0.01	< 0.1	1.3	2.1	6.0	< 2.	10.6	269.	72.3	10.8	0.02	7.9	3.40	< 0.01	14.4	32.
6	G	RANC	43.2	224.	15.	0.5	0.04	< 0.1	1.2	< 0.4	6.0	< 2.	123.	2802.	82.8	971.	0.66	22.6	52.16	< 0.01	33.7	5.
7	G	MAZEL des LAUBIES	51.4	654.	33.	< 0.1	< 0.01	< 0.1	0.9	< 0.4	7.1	< 2.	42.1	2408.	69.3	727.	2.43	18.3	44.72	< 0.01	54.1	7.
8	S1	ENTRAYGUES	46.6	1544.	68.	< 0.1	< 0.01	< 0.1	0.8	0.9	6.9	< 2.	3.6	737.	57.5	61.4	0.49	10.9	14.19	< 0.01	21.9	7.
9	G	FOUON SAGADO	4.0	135.	10.	< 0.1	< 0.01	< 0.1	117.	3.3	7.3	< 2.	6.0	296.	53.2	69.9	0.09	18.5	2.95	< 0.01	56.5	7.
10	S1	LAVAL	8.1	< 5.	< 5.	6.9	< 0.01	< 0.1	0.9	0.9	7.0	< 2.	15.5	368.	37.2	98.0	0.23	2.5	4.80	< 0.01	6.1	20.
11	S	SALIEGES	55.2	289.	23.	0.4	< 0.01	0.1	0.8	0.5	7.4	< 2.	154.	2485.	37.5	757.	1.09	1.5	45.46	< 0.01	43.1	27.

Tableau A2 - RESULTATS DES ANALYSES MULTI-ELEMENTAIRES

30-NOV-98

BRGM ANALYSE

Etude E1099A Demande 98602873

es analyses suivantes ont été réalisées dans le laboratoire : **Analyse chimique des eaux et micropolluants métalliques**

mode opératoire NF EN 26777
st utilisé pour doser :
trites

mode opératoire NF EN 27888
st utilisé pour doser :
onductivité à 25°C

mode opératoire EN8467
st utilisé pour doser :
xydabilité

mode opératoire NFENISO9963-1
st utilisé pour doser :
rbonates **Bicarbonates** **Titre Alcalim. Complet** **Titre Alcalimétrique**

mode opératoire TRAIT LABO E Total labo E
st utilisé pour doser :
tre Hydrotimétrique

mode opératoire MO018 FLUORURES PAR POTENTIOMETRIE SELON T 90-004
st utilisé pour doser :
uor

mode opératoire MO028 CHROMATOGRAPHIE IONIQUE SELON T90-042
st utilisé pour doser :
hlorures **Nitrates** **Sulfates**

mode opératoire M0108 SILICE ET TRACES ICP/MS
st utilisé pour doser :

rgent	**Aluminium**	**Arsenic**	**Baryum**
éryllium	**Chrome**	**Cuivre**	**Lithium**
anganèse	**Nickel**	**Plomb**	**Silice**
rontium	**Zinc**	**Bore**	**Cadmium**
obalt			

mode opératoire NFT 90005
st utilisé pour doser :
alcium **Magnésium**

mode opératoire NFT90.008
st utilisé pour doser :
H

mode opératoire NFT90.015
st utilisé pour doser :
mmonium

mode opératoire T90020
st utilisé pour doser :
otassium **Sodium**

mode opératoire NFT90.023
st utilisé pour doser :
hosphore Total **OrthoPhosphates**

mode opératoire NFT90.029
st utilisé pour doser :
ésidu sec

mode opératoire NFT90.102
st utilisé pour doser :
arbone organique total

mode opératoire NFT90.112
st utilisé pour doser :
er

RESULTATS : Les limites de dosabilité sont fonction de la méthode, de la matrice et du coefficient du dilution utilisés. Une valeur égale à la limite supérieure de dosabilité doit être considérée comme supérieure ou égale à cette limite.
Les éléments majeurs sont donnés avec une précision de 5% relative, les éléments traces avec 10%, pour des valeurs en milieu de gamme.

INVENTAIRE DES ETM DU DEPARTEMENT DE LA LOZERE

SOURCE D'ENTRAYGUES **SOURCE MARIE-SOUVERAINE**

Dénomination du 18 mai 1875	Formule supposée	Teneur mg/l	Paramètre inchangé mg/l	Paramètre recalculé mg/l	Valeur d'octobre 1998 mg/l	Ecart de la valeur ancienne par rapport à la valeur actuelle
Minéralisation totale		3276.9	3276.9		Résidu sec = 737	x4.5
Matière organique		3.8	3.8		COT = 2,7	41.00%
Silice	SiO2	48.4	SiO2 =48,4		SiO2 = 57,5	-15.8
Chlorure de sodium	NaCl	10.3		Na = 4,0	Na = 61,4	(: 6.5) -93,4%
Chlorure de potassium	KCl	5.2		K = 2,7	K = 3,6	-24.40%
Sulfate de calcium	CaSO4	12.5		SO4 = 8,8	SO4 =10,9	-19.30%
Bicarb, de protoxyde de fer	FeCO3	69.7		Fe = 33,6*	Fe = 8,23	x4 308%
Bicarbonate de magnésie	MgCO3	248.7		Mg = 71,7	Mg = 46,6	53.80%
Bicarbonate de chaux	CaCO3	600.5		Ca = 243,7	Ca = 149	63.50%
Acide carbonique libre	H2CO3	2277.8		HCO3 = 1163	HCO3 = 865	34.50%
				Cl = 8,73	Cl = 10,1	-13.60%

NB: les teneurs en HCO3 ont été recalculées afin d'assurer l'équilibre ionique
Commentaires: la forte valeur du fer* peut être due à l'échantillonnage (non filtré);
globalement l'eau semble avoir évolué d'un pôle bicarbonaté calco-magnésien vers un pôle plus alcalin, chloruré et sulfaté

SOURCE DU MAZEL des LAUBIES **SOURCE SAINTE-MARIE**

Dénomination ancienne	Formule supposée	Teneur mg/l	Paramètre inchangé mg/l	Paramètre recalculé mg/l	Valeur d'octobre 1998 mg/l	Ecart de la valeur ancienne par rapport à la valeur actuelle
Soude	NaOH	1142.3		Na = 656,8	Na = 727	-9.60%
Potasse	KOH	109.2		K = 76	K = 42,1	80.50%
Magnésie	MgO	127.5		Mg = 76,9	Mg = 51,4	49.60%
Chaux	CaO	216.5		Ca = 154,7	Ca = 132	16.70%
Silice	SiO2	46.8	46.8		SiO2 = 69,3	-32.50%
Protoxyde de fer et manga.	FeO+MnO	8.5		Fe = 5,55; Mn =1,05	Fe = 3,43; Mn =0,65	62.00%
Acide sulfurique	H2SO4	18.4		SO4 = 18	SO4 = 18,3	-1.50%
Acide chlorhydrique	HCl	37.9		Cl = 36,9	Cl = 32,3	-14.10%
Acide carbonique libre	H2CO3	858				
Ac, carb, des bicarbonates	HCO3	2297.6		HCO3 = 2678	HCO3 = 2728	-15.20%

NB: les teneurs en HCO3 ont été recalculées afin d'assurer l'équilibre ionique;
les teneurs en Fe et Mn ont été recalculées sur la base du même rapport Fe/Mn
Commentaires: hormis les baisses en K et Mg, la composition paraît s'être conservée; les variations du fer peuvent être dues à l'échantillonnage

Tableau A3 - TRADUCTION DE LA CHIMIE DES EAUX A PARTIR DES ETIQUETTES ANCIENNES

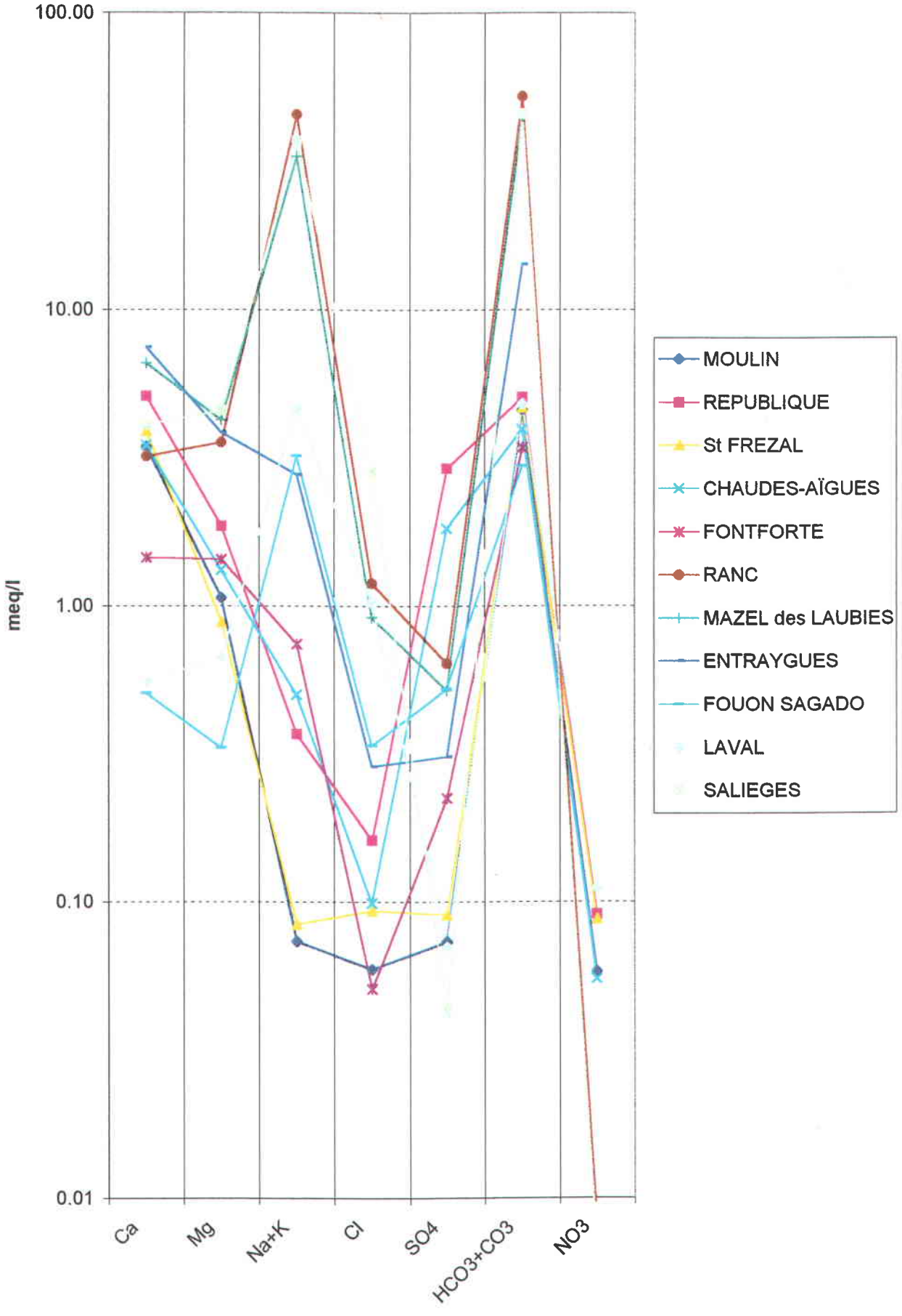
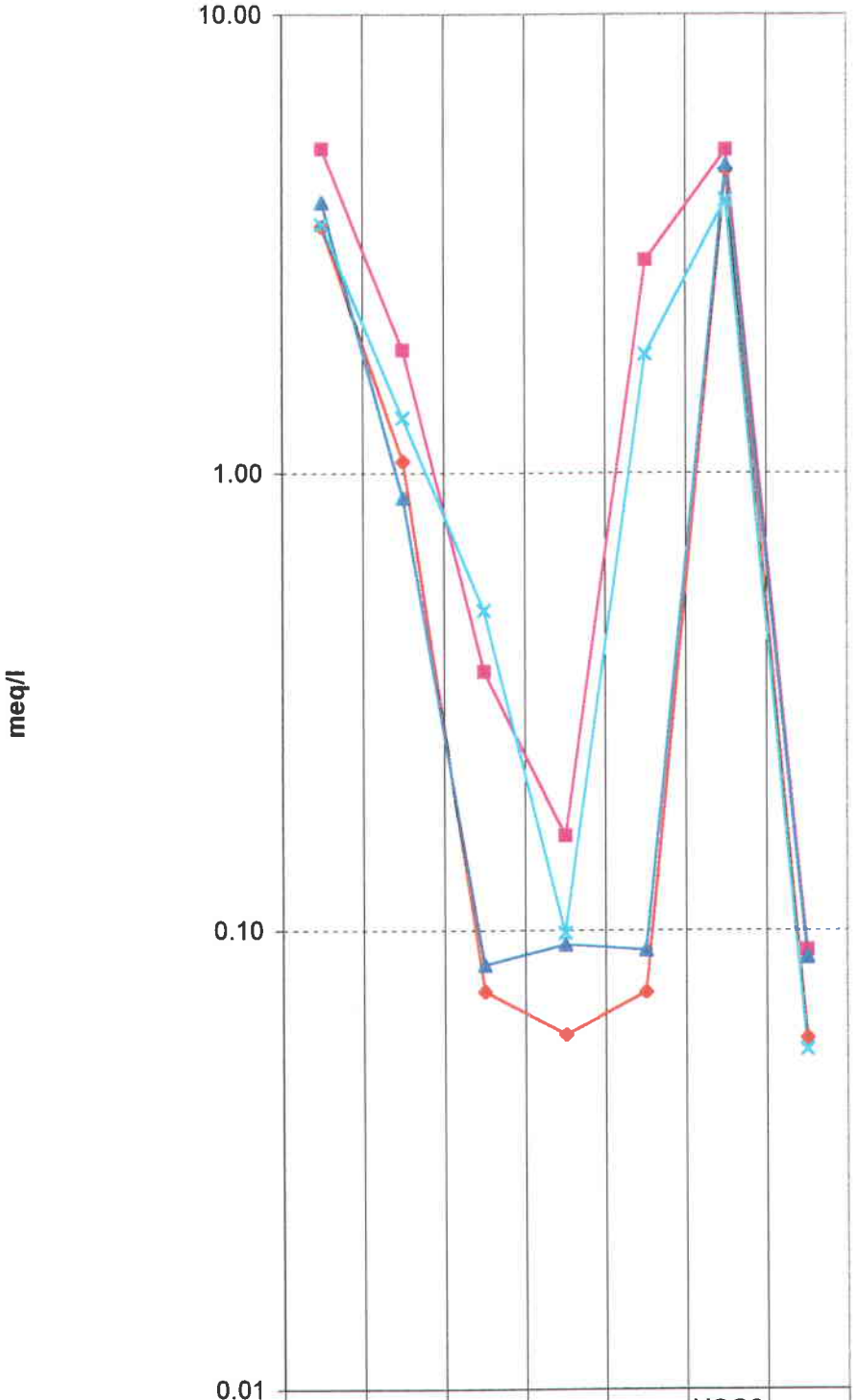
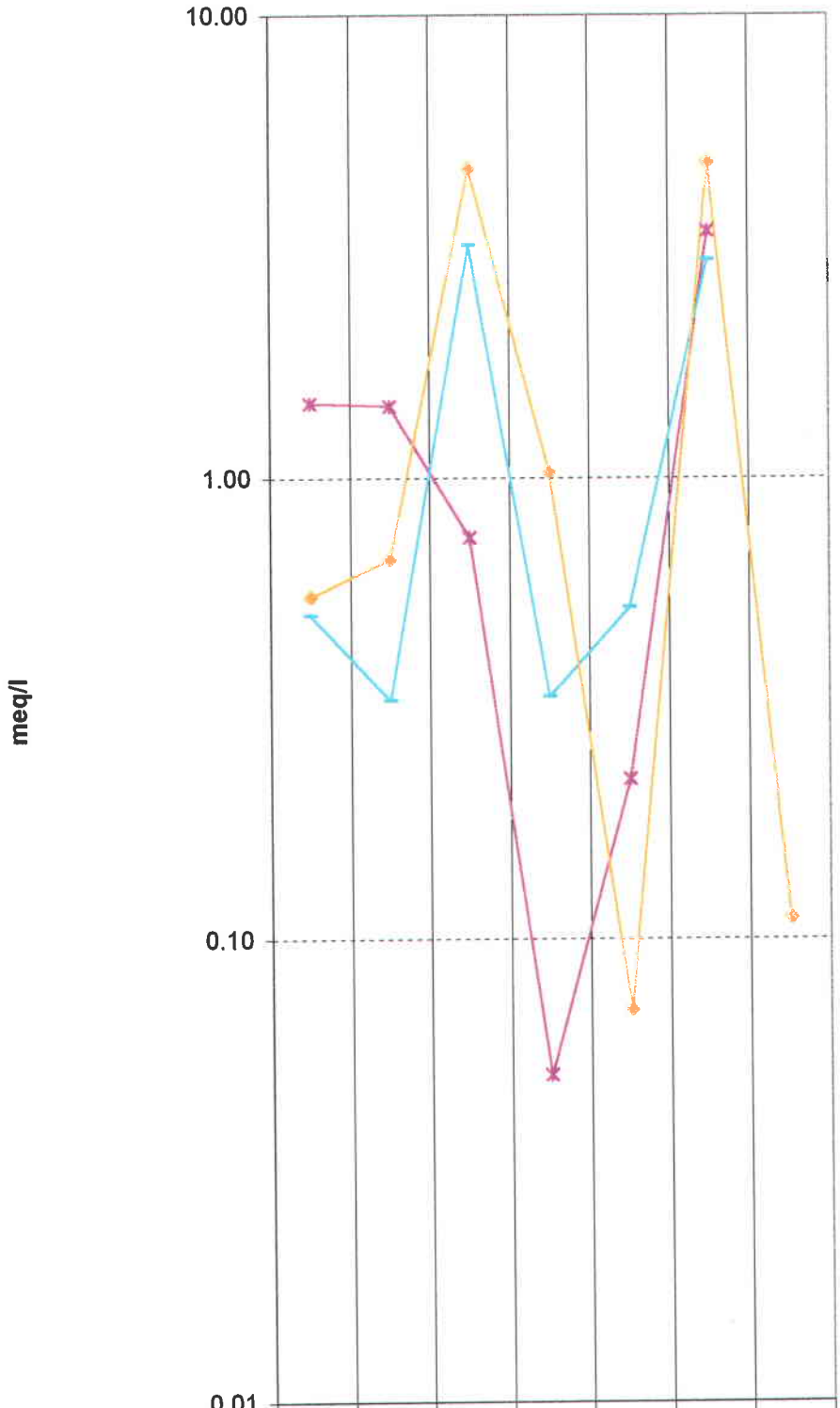

100.00
10.00
1.00
0.10
0.01
meq/l
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3+CO3
NO3
MOULIN
REPUBLIQUE
St FREZAL
CHAUDES-AÏGUES
FONTFORTE
RANC
MAZEL des LAUBIES
ENTRAYGUES
FOUON SAGADO
LAVAL
SALIEGES

Figure A4-1



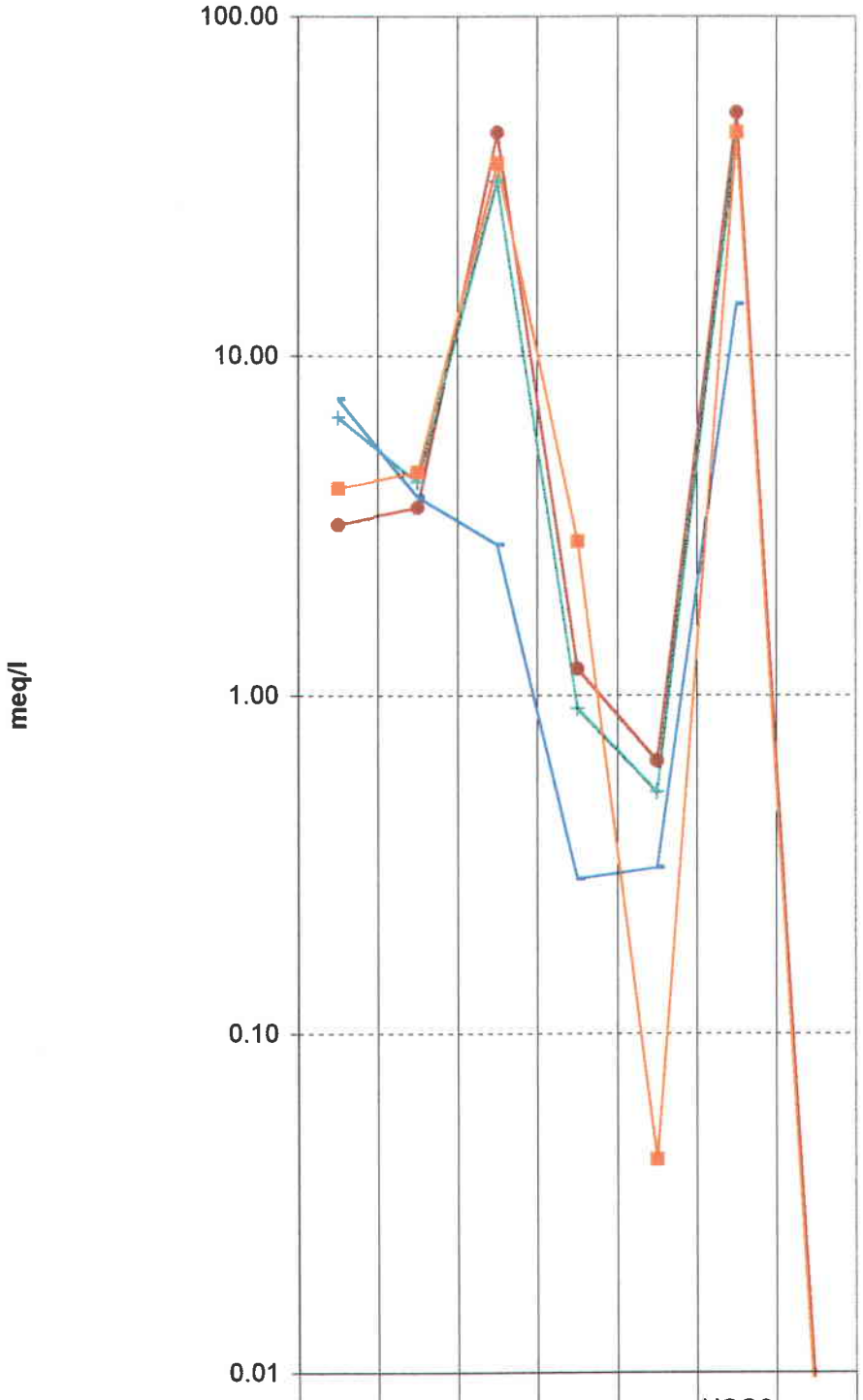
	Ca	Mg	Na+K	Cl	SO4	HCO3 +CO3	NO3
MOULIN	3.44	1.06	0.07	0.06	0.07	4.57	0.06
REPUBLIQUE	5.09	1.85	0.37	0.16	2.90	5.05	0.09
St FREZAL	3.88	0.88	0.08	0.09	0.09	4.67	0.09
CHAUDES-AÏGUES	3.47	1.32	0.50	0.10	1.81	3.93	0.05

Figure A4-2



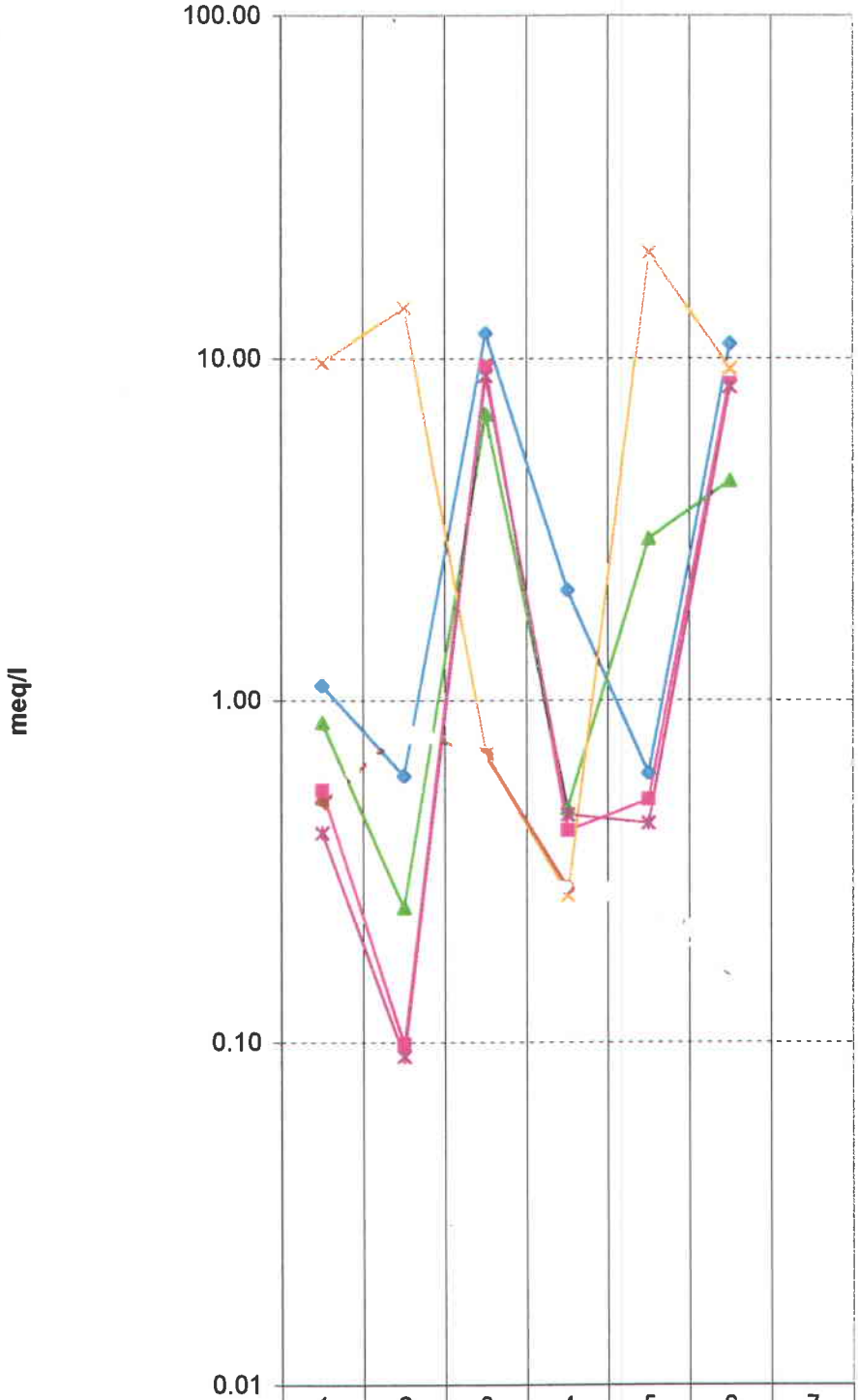
	Ca	Mg	Na+K	Cl	SO4	HCO3 +CO3	NO3
FONTFORTE	1.45	1.43	0.74	0.05	0.22	3.41	0.00
FOUON SAGADO	0.50	0.33	3.19	0.34	0.52	2.95	0.00
LAVAL	0.55	0.67	4.66	1.03	0.07	4.80	0.11

Figure A4-3



	Ca	Mg	Na+K	Cl	SO4	HCO3 +CO3	NO3
RANC	3.18	3.55	45.37	1.19	0.64	52.15	0.01
MAZEL des LAUBIES	6.59	4.23	32.69	0.91	0.52	44.71	0.00
ENTRAYGUES	7.44	3.83	2.76	0.28	0.31	14.18	0.00
SALIEGES	4.08	4.54	36.85	2.82	0.04	45.45	0.01

Figure A4-4



	1	2	3	4	5	6	7
PAR	1.11	0.60	11.80	2.10	0.61	11.00	0.00
BRION	0.54	0.10	9.41	0.41	0.51	8.77	0.00
BAGNOLS	0.86	0.25	6.84	0.48	2.96	4.38	0.00
QUEZAC	9.73	14.06	0.70	0.27	20.42	9.29	0.00
GRANIT	0.41	0.09	8.86	0.46	0.44	8.22	0.00

Figure A4–5

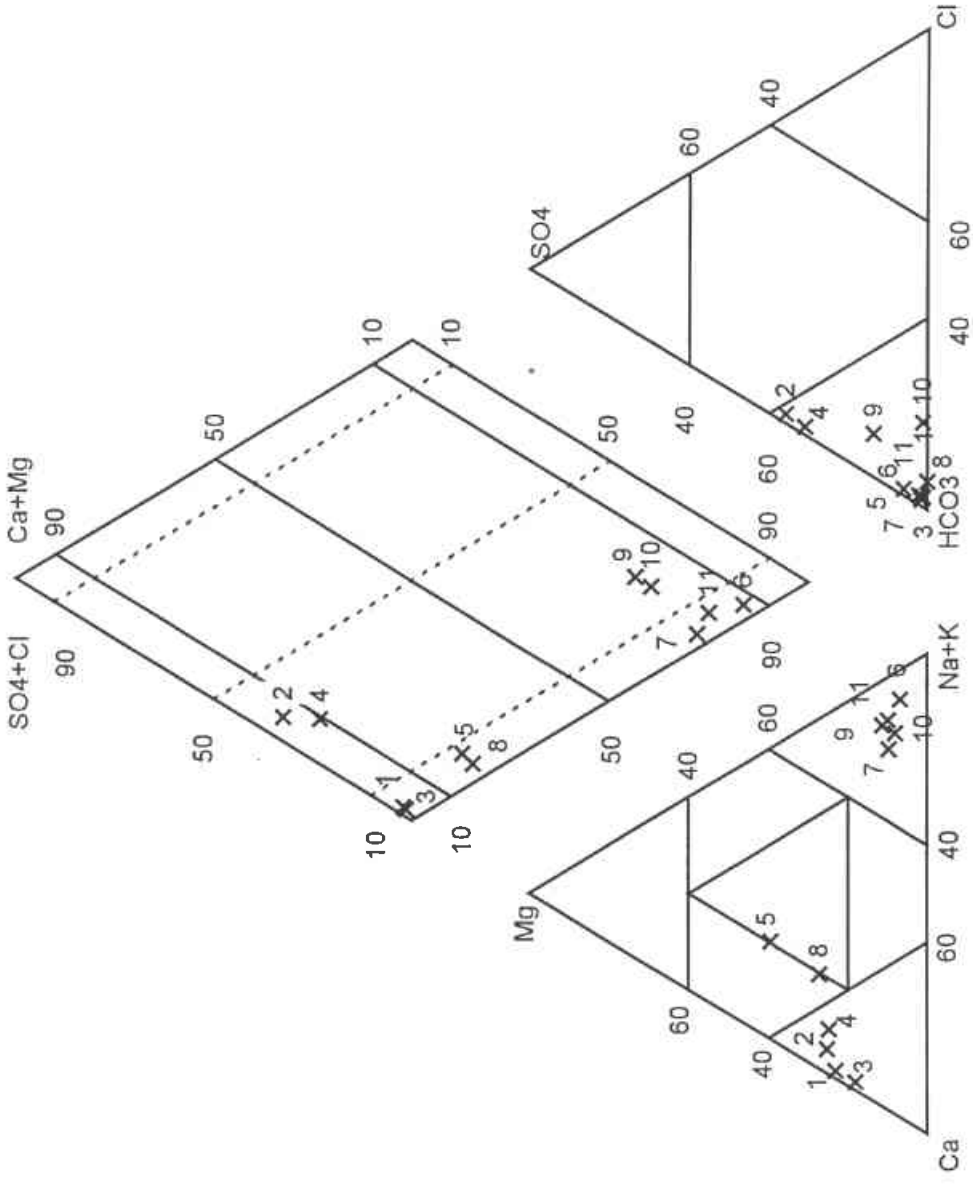


Figure A5

Tableau A6

Données utilisées pour faire l'ACP

	Mesures de terrain		Résidu SEC	HCO3	Ca	Mg	Cl	NO3	K	SiO2	Na	SO4	Fe
Nom du Site	Ph	T (°C)	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
MOULIN	7,52	15,9	269	279	68,9	12,9	2,1	3,6	0,5	6,7	1,4	2,6	0.04
REPUBLIQUE	7,43	19,1	485	308	102	22,5	5,7	5,6	2,8	9,9	6,8	103	0.05
St FREZAL	7,39	11,2	296	285	77,7	10,7	3,3	5,4	0,9	5	1,4	3,2	0,05
CHAUDES-AYGUES	7,36	21,5	353	240	69,6	16	3,5	3,4	3,2	12,4	9,6	64,3	0,03
FONTFORTE	5,43	7,8	269	208	29,1	17,4	1,8	0	10,6	72,3	10,8	7,9	8,67
RANC	6,79	9,1	2802	3182	63,8	43,2	42,2	0,5	123	82,8	971	22,6	1.18
MAZEL des LAUBIES	6,36	8,8	2408	2728	132	51,4	32,3	0	42,1	69,3	727	18,3	3,43
ENTRAYGUES	6,13	9,2	737	865	149	46,6	10,1	0	3,6	57,5	61,4	10,9	8,23
FOUON SAGADO	6,87	11,2	296	180	10,1	4	11,9	0	6	53,2	69,9	18,5	1,79
LAVAL	6,26	11,3	368	293	11,1	8,1	36,5	6,9	15,5	37,2	98	2,5	0
SALIEGES	6,48	12,8	2485	2773	81,8	55,2	100	0,4	154	37,5	757	1,5	1,84
SOURCE DU PAR	7	82	856	722	26	9	72	0	11	77	279	21,6	2,5
BRION	7,5	35,1	581	535	10,9	1,2	14,7	1	5,8	65,8	213	18,1	0,17
BAGNOLS	7,3	41,4	554	317	17,2	3	17,1	0	10	70,2	153	105	0,09
QUEZAC	6,4	14,7	1450	567	195	171	9,5	0	10,7	34	9,8	724	9,5
GRANIT	7,6	32,5	610	501,4	8,2	1,1	16,4	1,4	8,2	61,2	199	15,5	0,02
ST-LAURENT	6,7	53,5	580	497	12,8	0,8	16,4	0	7,3	69,8	200	33,1	
ODIVINE	5,75	9,5	1375	1305,4	100	37,2	145,6	20,5	67,1	60	382	17,8	7
MARIE SOUVERAIN	6	9	3277	1163	243,7	71,7	8,73	0	2,7	48,4	4	8,8	9

Data on axis 1 and axis 2 (60%)

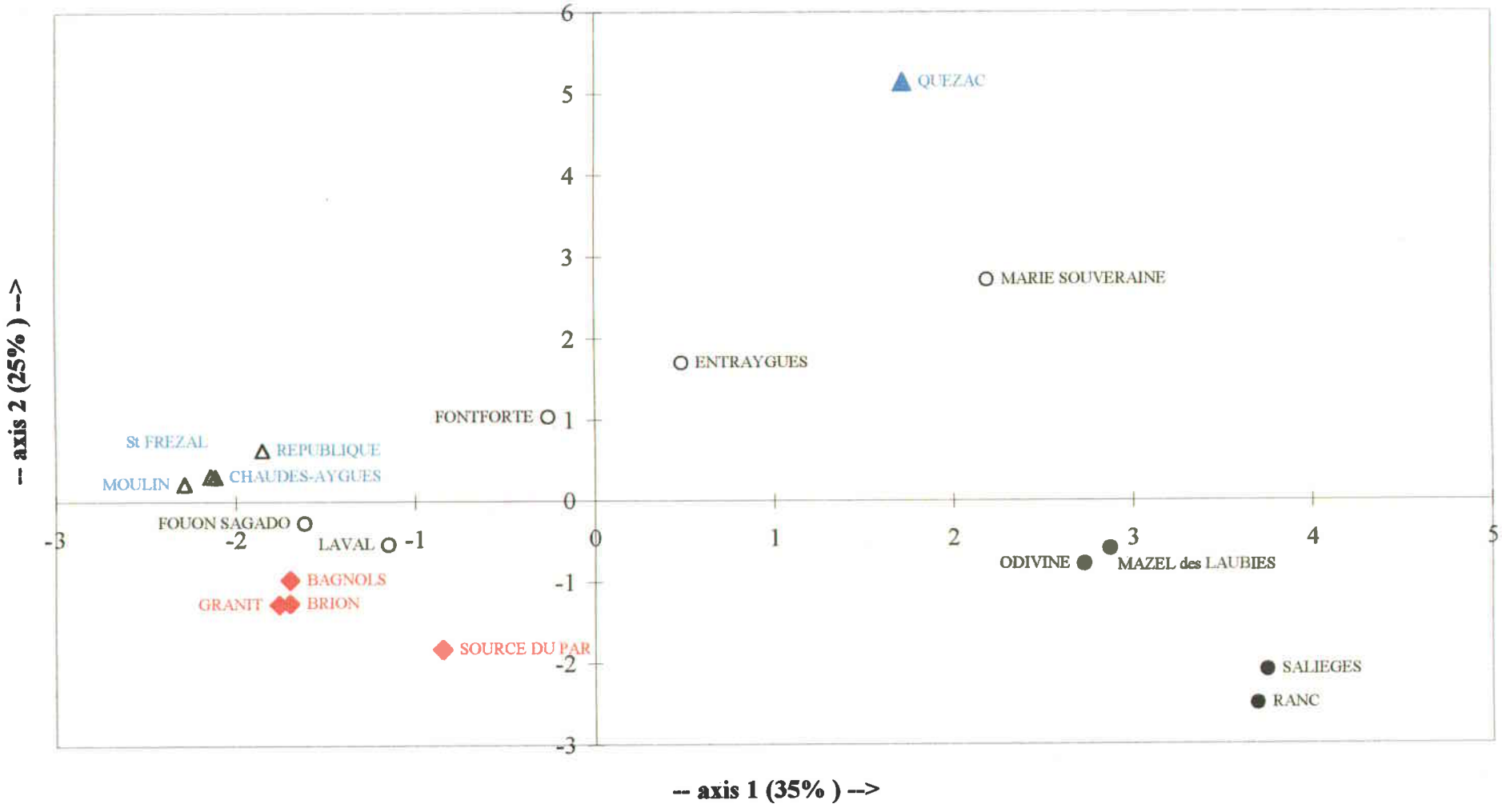
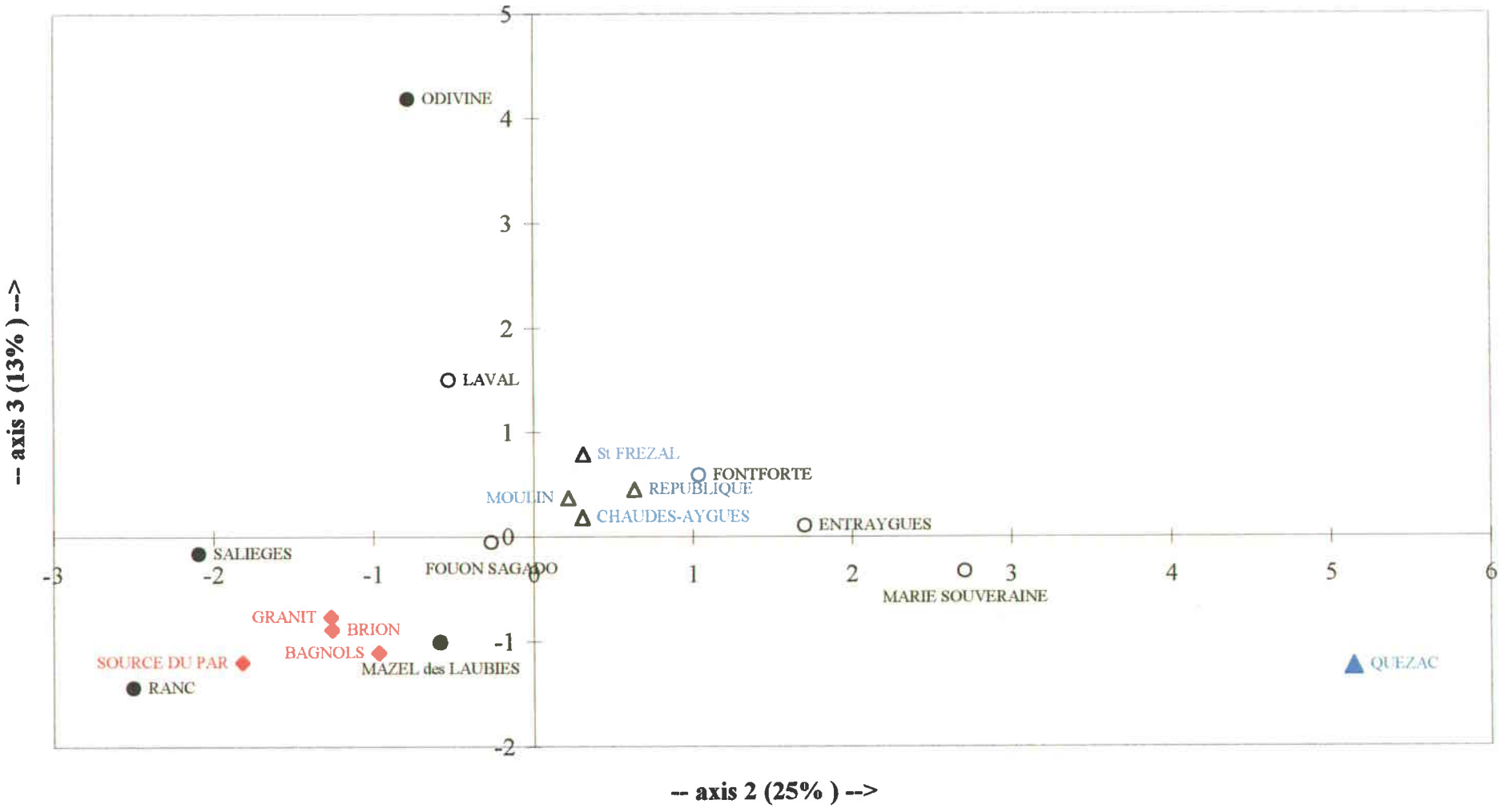


Figure A7

Figure A8

Data on axis 2 and axis 3 (37%)



A N N E X E 3

ATLAS PHOTOGRAPHIQUE

1 - Station thermale de la CHALDETTE : forage et travaux de rénovation de l'ancien établissement
2 - Source DIVA à QUEZAC : en rive gauche du Tarn
3 - Accès à l'ancien captage par puits bétonné de la source DIVA
4 - Usine d'embouteillage de l'eau de QUEZAC à Molines
5 - Source de FOUON CHALDE dans la "caldeira" de Brion-Vieux
6 - Source du village et abreuvoir de LAVAL
7 - "Thermes" Romains de JAVOLS (cités)
8 - Source de SAINT-ROCH, commune de Lajo
9 - Fontaine de SAINT-ROCH, commune Chanaleilles (43)
10 - Source de FONTFORTE
11 - Source de COULAGNES
12 - Village brûlé et panneau du MAZEL-CHABRIER
13 - Chapelle de SAINT-MËEN, commune de Grandrieu
14 - Source de SAINT-MËEN et mouchoirs en ex-voto
15 - Le rocher de la Pinche au Mazel des Laubies
16 - Sources HAUTES au Mazel des Laubies
17 - Sources BASSES au Mazel des Laubies
18 - Source de SAINT-FEREOL, commune de Rieutort-de-Randon
19 - Source de SAINT-MËEN, commune de St-Léger-du-Malzieu
20 - Source de FOUON SAGADO sous la "Porte des Fées" à St-Pierre-le-Vieux
21 - Source de SALIEGES, commune de Florac
22 - Source de SALIEGES, vidange du réservoir
23 - Source "tiède" de CHAUDES-AYGUES à Auxillac
24 - Source de SAINT-FREZAL à La Canourgue
25 - Pisciculture de St-Frézal sous le LEGTA
26 - Fontaine de la REPUBLIQUE en rive gauche de l'Urugne
27 - Source "tiède" du MOULIN de la MALENE
28 - Source THEBAÏDE à l'entrée de Mende
29 - Matériel de prospection et de mesures physico-chimiques in-situ
30 - Résurgence de CASTELBOUC

ETM en LOZERE

Les
EAUX THERMALES
ET MINERALES,

de la
Fontaine
du village,

.
...
.....

à l'établissement
thermal

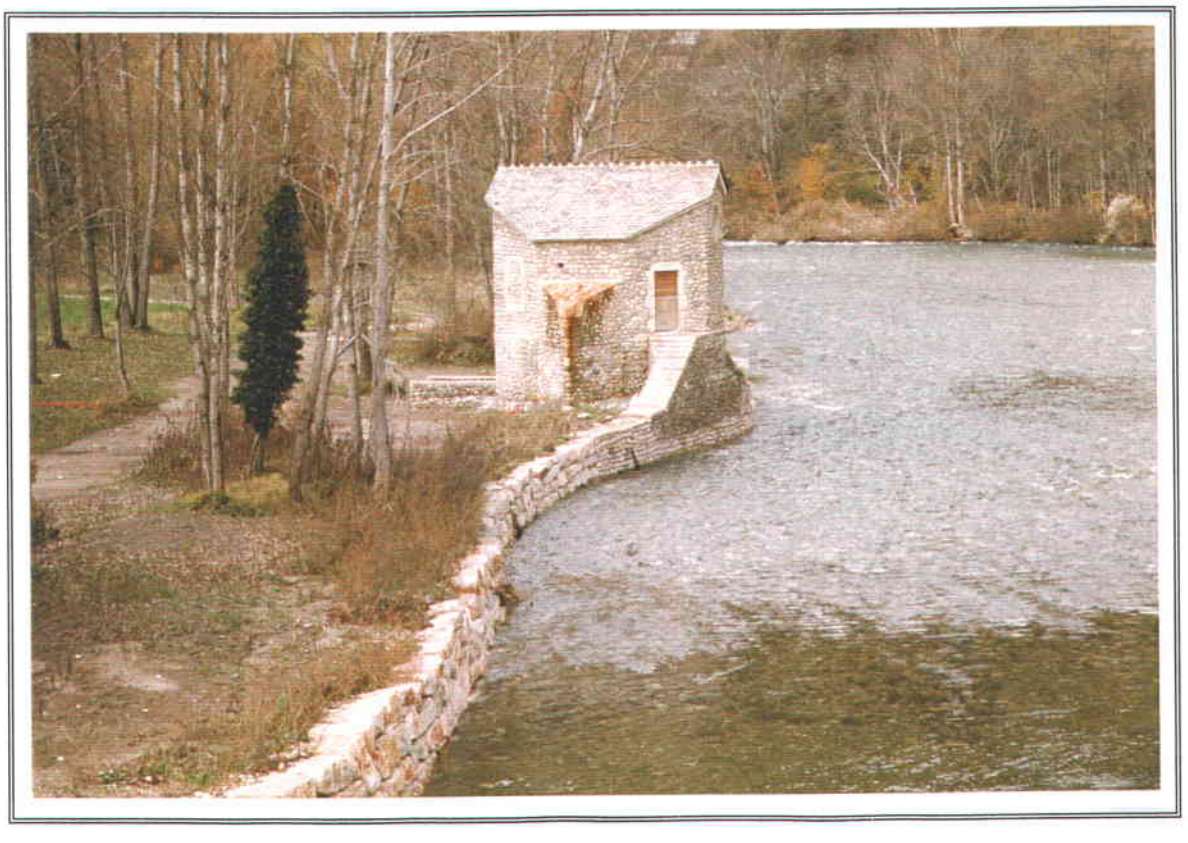
ETM en LOZERE

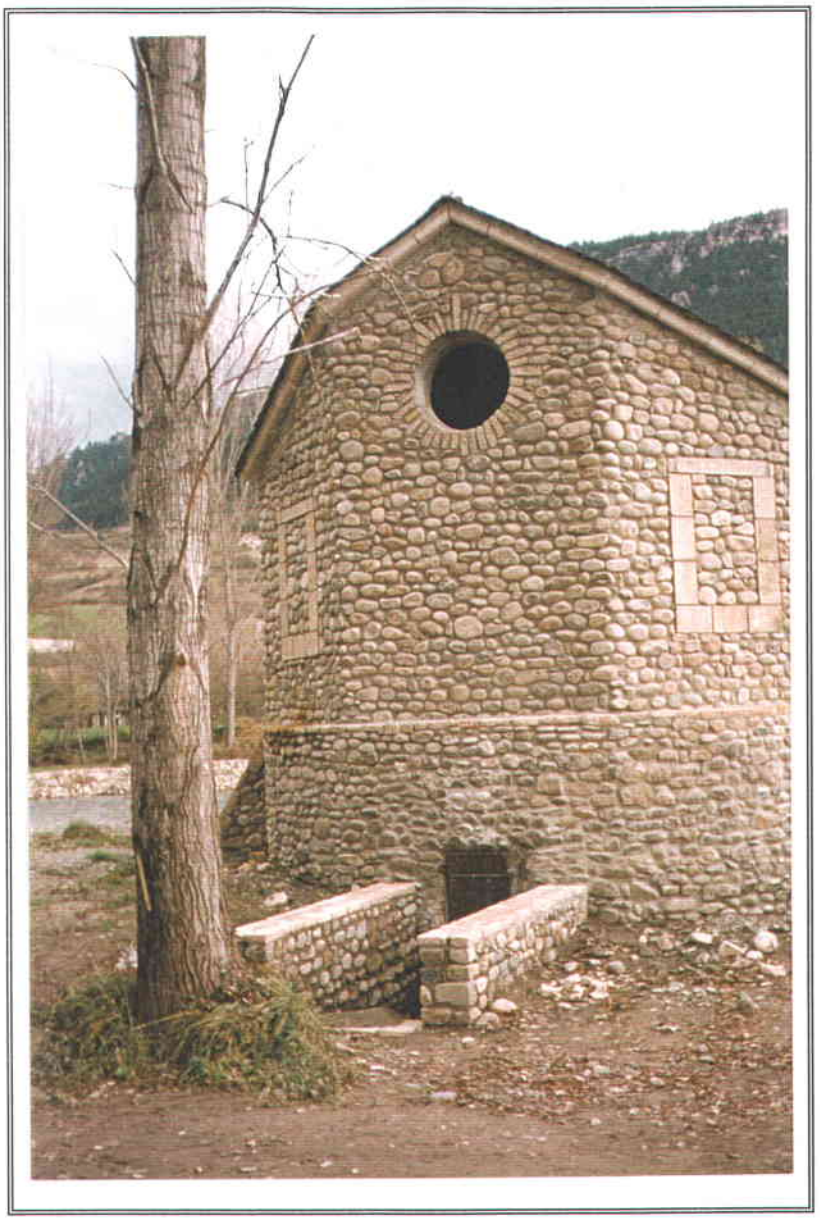
1 - Station thermale
de
La CHALDETTE,

Forage et travaux
de rénovation
de l'ancien
établissement

2 - Source DIVA
à QUEZAC :

en rive gauche
du Tarn





3 - Accès à l'ancien captage de la sourceDIVA

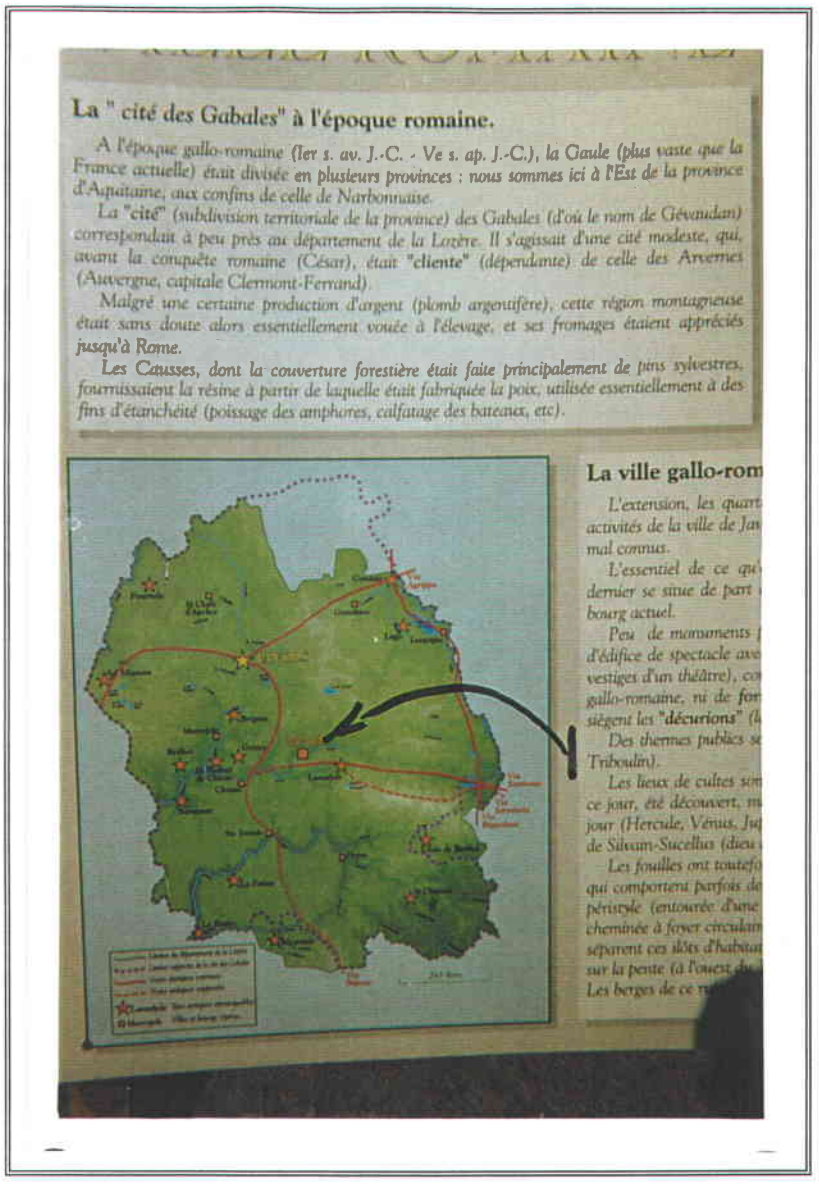
.
...
.....

4 - Usine d'embouteillage de l'eau de QUEZAC à Molines

6 - Source du village
et abreuvoir
de LAVAL

5 - Source de
FOUON CHALDE,

dans la "caldeira" de
Brion-Vieux



La " cité des Gabales" à l'époque romaine.

A l'époque gallo-romaine (Ier s. av. J.-C. - Ve s. ap. J.-C.), la Gaule (plus vaste que la France actuelle) était divisée en plusieurs provinces : nous sommes ici à l'Est de la province d'Aquitaine, aux confins de celle de Narbonnaise.

La "cité" (subdivision territoriale de la province) des Gabales (d'où le nom de Gévaudan) correspondait à peu près au département de la Lozère. Il s'agissait d'une cité modeste, qui, avant la conquête romaine (César), était "cliente" (dépendante) de celle des Arvernes (Auvergne, capitale Clermont-Ferrand).

Malgré une certaine production d'argent (plomb argentifère), cette région montagneuse était sans doute alors essentiellement vouée à l'élevage, et ses fromages étaient appréciés jusqu'à Rome.

Les Causses, dont la couverture forestière était faite principalement de pins sylvestres, fournissaient la résine à partir de laquelle était fabriquée la poix, utilisée essentiellement à des fins d'étanchéité (poissage des amphores, calfatage des bateaux, etc).

La ville gallo-rom

L'extension, les quart
activités de la ville de Ja
mal connus.

L'essentiel de ce qu
dernier se situe de part
bourg actuel.

Peu de monuments
d'édifice de spectacle av
vestiges d'un théâtre), co
gallo-romaine, ni de for
siègent les "décurions" (
Des thermes publics s
Triboulin).

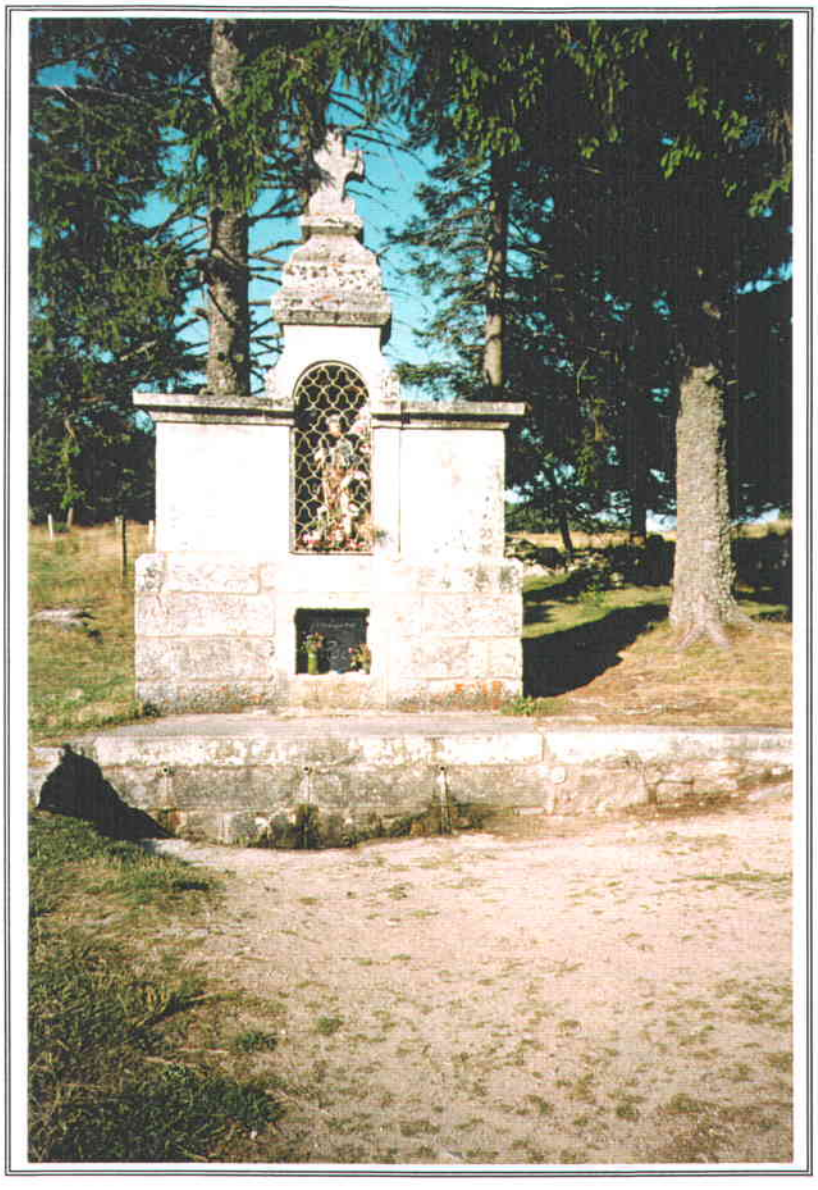
Les lieux de cultes so
ce jour, été découvert, m
jour (Hercule, Vénus, Ju
de Silvain-Sucellus (dieu
Les fouilles ont toutefo
qui comportent parfois d
péristyle (entourée d'une
cheminée à foyer circulai
séparent ces îlôts d'habitat
sur la pente (à l'ouest du
Les berges de ce r

7 - Thermes Romains

de JAVOLS
(cités)

8 - Source de
SAINT-ROCH,

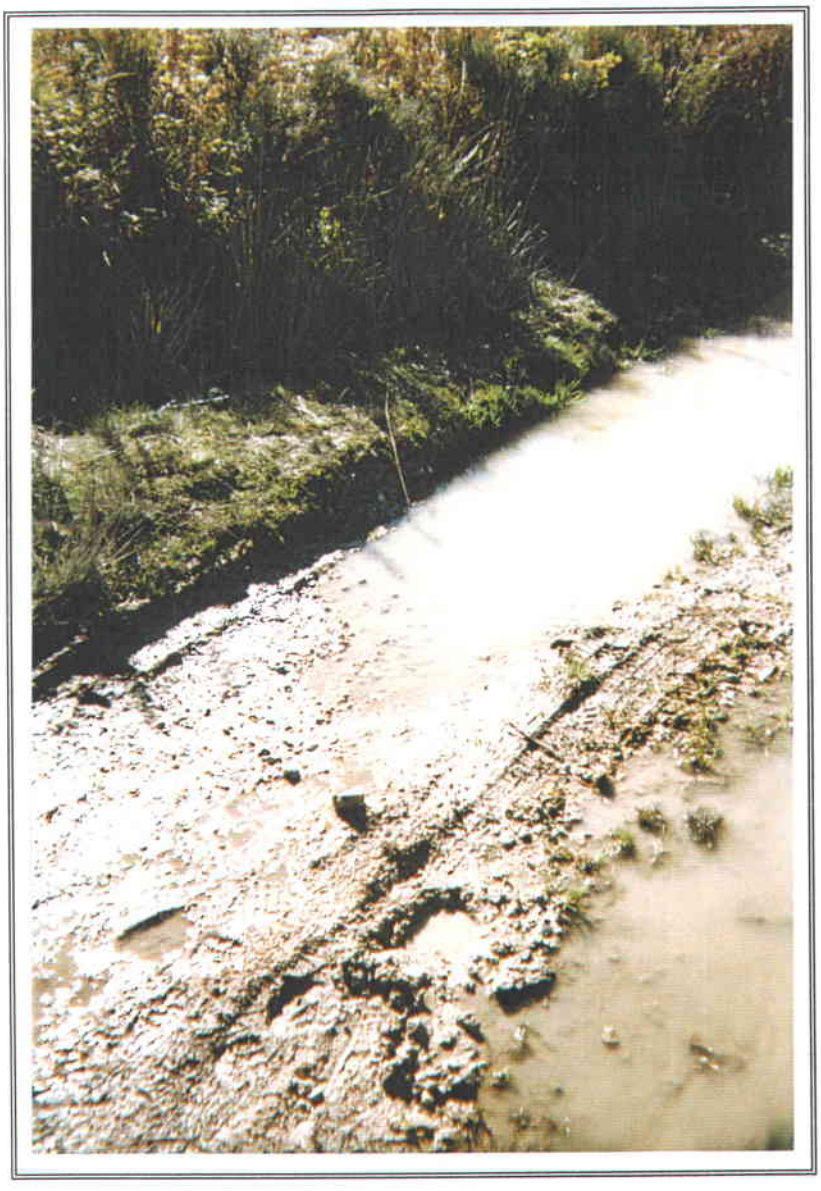
commune
de Lajo



9 - Fontaine de
SAINT-ROCH,

commune
de Chanaleilles (43)

10 - Source
de
FONTFORTE



11 - Source
de COULAGNES

12 - Village brûlé
et panneau
du
MAZEL-CHABRIER

13 - Chapelle de SAINT-MÊEN, commune de Grandrieu

14 - Source de SAINT-MÊEN et mouchoirs en ex-voto

15 - Le rocher de la PINCHE

au

Mazel-des-Laubies

16 - Sources HAUTES

au

Mazel-des-Laubies

17 - Sources BASSES au Mazel-des-Laubies

18 - Source de SAINT FEREOL, commune de Rieutort-de-Randon

19 - Source
de
SAINT-MÊEN,

commune de
St-Léger-du-Malzieu

20 - Source de
FOUON SAGADO,

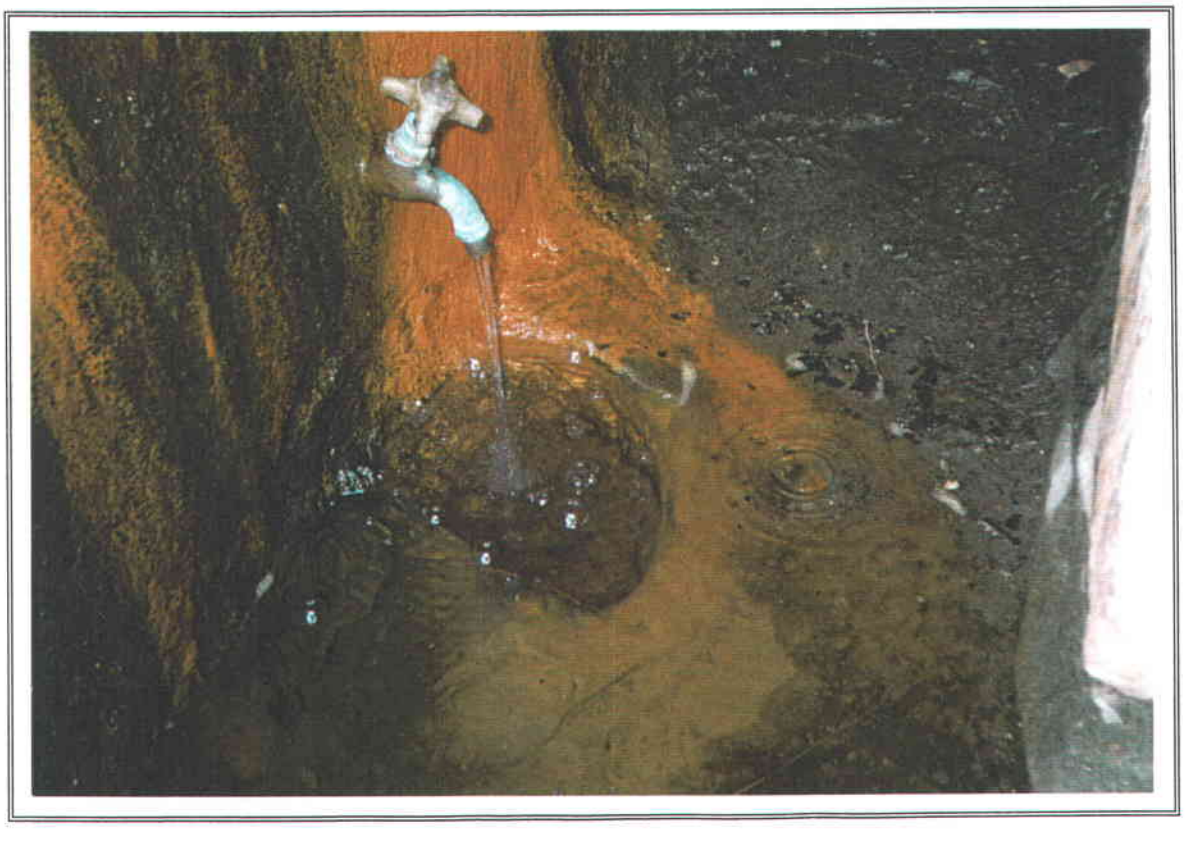
sous
la "Porte des Fées"
à St-Pierre-le-Vieux

21 - Source de
SALIEGES

commune de Florac

22 - Source de
SALIEGES,

vidange du réservoir



23 - Source "tiède" de CHAUDES-AYGUES à Auxillac

24 - Source de SAINT FREZAL à La Canourgue

25 - Pisciculture de Saint-Frézal sous le LEGTA

26 - Fontaine de la REPUBLIQUE, en rive gauche de l'Urugne

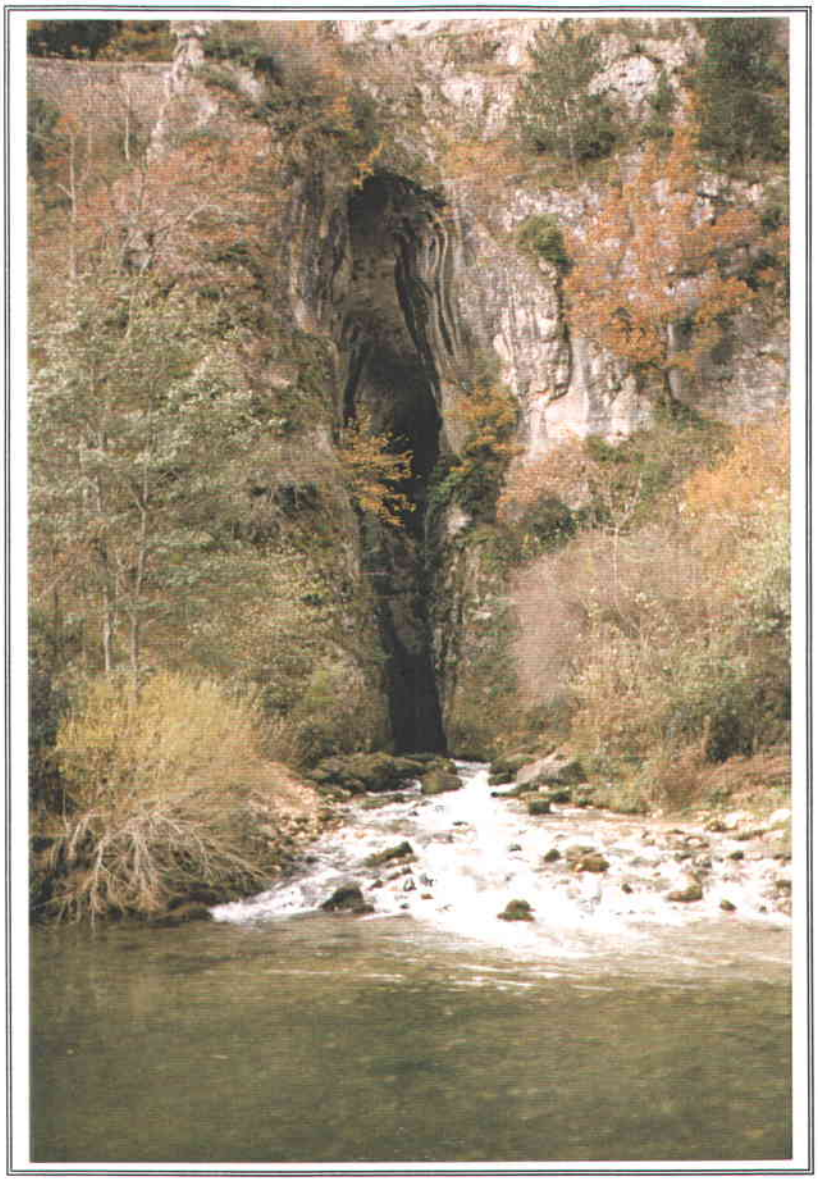
27 - Source "tiède"

du

MOULIN
de la MALENE

28 - Source
THEBAÏDE,

à l'entrée de
Mende



ETM en LOZERE

30 - Résurgence

de

CASTELBOUC

29 - Matériel de prospection

et de mesures physico-chimiques in-situ