



Projet PRESCRIRE. Préserver et protéger les ressources en eau souterraine. Le site d'Evaux-les-Bains (23)

Rapport final
BRGM/RP -60286 -FR
Décembre 2011



Premier ministre
Ministre de l'époque rural
et de l'aménagement du territoire

Datar



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Projet PRESCRIRE. Préserver et protéger les ressources en eau souterraine. Le site d'Evau-les-Bains (23)

Rapport final

BRGM/RP-60286-FR
Décembre 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2011 PSP08AUV10

A. Genna - A. Deguilhem - R. Millot - P. Vigouroux
Avec la collaboration de
S. Leconte – F. Touchard

Vérificateur :

Nom : B. Mauroux

Date : 20 janvier 2012

Approbateur :

Nom : P. Rocher

Date :

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

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Premier ministre
Ministre de l'espace rural
et de l'aménagement du territoire

Datar



Mots clés : Eau souterraine – Protection – Qualité – Ressource – Géologie – Evaux-les-Bains – Creuse

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

Genna A., Deguilhem A., Millot R., Vigouroux P., avec la collaboration de Leconte S. et Touchard F. (2011) – Projet PRESCRIRE. Protéger et préserver les ressources en eau souterraine. Le site d'Evaux-les-Bains (23). Rapport final. BRGM/RP-60286-FR, 62 pages, 48 illustrations, 1 annexe.

Synthèse

Le projet PRESCRIRE, mis en œuvre à l'initiative du Commissariat à l'Aménagement, au Développement et à la Protection du Massif Central (DATAR), en relation avec les Agences de l'Eau Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée & Corse, ainsi qu'avec le Conseil Régional de Bourgogne, est conduit par le Service Géologique Régional Auvergne du BRGM dans le cadre de ses missions de Service public.

Le projet PRESCRIRE, inscrit dans la logique de la Directive Cadre européenne sur l'Eau, a pour objectif **l'amélioration de la connaissance de la ressource et de sa protection**. Orienté sur une vingtaine d'études de cas (appelés sites « test »), le projet vise à l'édition, en fin de projet, d'un guide méthodologique sur ce sujet.

Chaque site « test » est partenaire du projet au sens technique et financier. Il apporte, selon ses propres caractéristiques, une composante à la réflexion qui est menée. L'étude d'un site « test » a pour objet de montrer et de faire comprendre par l'exemple (celui du site « test » étudié) l'importance relative de telle ou telle action lorsqu'il est question de préserver la qualité des ressources et de protéger les gisements.

Le présent rapport concerne le site thermal « test » d'EvauX-les-Bains (23) pour lequel les deux composantes importantes suivantes ont été apportées à la réflexion : l'analyse géologique structurale et l'utilisation des isotopes stables de l'eau.

L'exemple du site d'EvauX-les-Bains a montré que l'étude du contexte structural d'un site en contexte granitique ainsi que l'analyse des isotopes stables de l'eau complètent de manière significative la compréhension du schéma hydrothermal d'un site.

La meilleure caractérisation structurale du secteur a permis de mieux appréhender le mode de circulation du fluide thermal selon les axes de fracturation et de mieux appréhender les secteurs à ne pas négliger en matière de protection de la ressource. Les méthodes isotopiques utilisées ont, quant à elles, permis d'avoir accès à de premiers éléments pour la caractérisation de l'origine de l'eau.

L'exemple du site « test » d'EvauX-les-Bains permet de conclure que les techniques mises en œuvre (analyse structurale analyse des isotopes stables de l'eau) constituent des outils pertinents pour renforcer de manière significative la connaissance d'un gisement. De tels outils méritent d'être retenus au titre des finalités méthodologiques du projet PRESCRIRE.

Au vu des données compilées, il est recommandé pour le site d'EvauX-les-Bains de veiller à ce que les activités anthropiques dans le secteur des émergences soient surveillées et, comme pour la plupart des sites sensibles en matière de préservation de qualité des eaux souterraines, qu'une sensibilisation toujours plus grande des acteurs locaux à la nécessité de conserver un environnement protégé soit faite.

Sommaire

1. Avant-Propos : le projet PRESCRIRE	9
1.1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET	9
1.2. CONTEXTE PARTENARIAL DU PROJET	9
1.3. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU PROJET	10
1.4. APPROCHE THEORIQUE DE LA NOTION DE PROTECTION	11
1.5. ETUDE DU SITE « TEST » : MODALITES PRATIQUES	12
2. Le site d’Evaux-les-Bains	13
2.1. PRESENTATION GENERALE DU SITE D’EVAUX-LES-BAINS	13
2.1.1. Contexte géographique	13
2.1.2. Contexte économique	14
2.2. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	15
2.2.1. Contexte géologique et structural	15
2.2.2. Contexte hydrogéologique et circuit hydrominéral	21
2.3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	28
2.3.1. Données générales sur le secteur d’Evaux-les-Bains	28
2.3.2. Données générales sur le secteur de l’impluvium	31
2.3.3. Données générales au voisinage du site thermal	36
2.4. COMMUNICATION / SENSIBILISATION	37
2.5. ASPECT REGLEMENTAIRE	37
2.5.1. Dans le secteur d’Evaux-les-Bains et de l’impluvium	37
2.5.2. Au niveau des émergences	40
3. Apport spécifique du site « test » étudié au projet PRESCRIRE	41
3.1. NOTION D’APPORT SPECIFIQUE	41
3.2. APPORT SPECIFIQUE DU SITE D’EVAUX-LES-BAINS	42
3.3. DONNEES ACQUISES SUR LE SITE	42
3.3.1. Reconnaissance de terrain	42
3.3.2. Géochimie isotopique	52
3.4. APPORT DU SITE « TEST » ETUDIE / RECOMMANDATIONS	56
4. Conclusion	57

Liste des illustrations

Illustration 1 :	Carte de situation du territoire couvert par le projet PRESCRIRE	10
Illustration 2 :	Schéma d’un gisement d’eau souterraine	11
Illustration 3 :	Localisation de la commune d’Evaux-les-Bains	13
Illustration 4 :	Carte de situation du site d’Evaux-les-Bains	14
Illustration 5 :	Carte de situation des différentes structures du site d’Evaux-les-Bains.....	15
Illustration 6 :	Extrait de la carte géologique de France, échelle 1 000 000	16
Illustration 7 :	Carte géologique du site d’Evaux-les-Bains d’après D’Arcy 1972	17
Illustration 8 :	Schéma structural de la région d’Evaux-les-Bains d’après Alamy et al. 1987	18
Illustration 9 :	Modèle de fonctionnement structural concernant le site d’Evaux-les- Bains, d’après Alamy et al. 1987	19
Illustration 10 :	Extrait de la carte géologique à 1/50 000 Evaux-les-Bains N° 643, autour du site d’Evaux-les-Bains	20
Illustration 11 :	Extrait de la légende de la carte géologique à 1/50 000 Evaux-les-Bains N° 643, correspondant aux granites tardifs de l’illustration 10	20
Illustration 12 :	Carte de situation géographique du secteur estimé de l’impluvium du gisement hydrothermal d’Evaux-les-Bains	21
Illustration 13 :	Teneurs en tritium de l’eau captée par le forage César	22
Illustration 14 :	Têtes des forages César (gauche) et Rocher (droite) (Photos Brgm).....	23
Illustration 15 :	Têtes des forages F4 (à gauche) et F5 (à droite) (Photos Brgm).....	24
Illustration 16 :	Carte de situation des émergences du site d’Evaux-les-bains.....	25
Illustration 17 :	Physico-chimie du fluide exploité à Evaux-les-Bains.....	26
Illustration 18 :	Composition physico-chimique de l’eau thermale d’Evaux-les-Bains (extraits des analyses de référence).....	27
Illustration 19 :	Teneurs en Radon 222 des eaux d’Evaux-les-Bains.....	27
Illustration 20 :	Occupation du sol sur le secteur d’Evaux-les-Bains.....	28
Illustration 21 :	Localisation des stations d’épuration dans le secteur d’Evaux-les-Bains	29
Illustration 22 :	Installations classées situées dans les alentours d’Evaux-les-Bains	30
Illustration 23 :	Carte de situation des anciens sites industriels du secteur d’Evaux-les- Bains	31
Illustration 24 :	Occupation du sol sur le secteur de l’impluvium.....	32
Illustration 25 :	Carte de situation des stations d’épuration dans le secteur de l’impluvium	33
Illustration 26 :	Installations classées situées dans le secteur de l’impluvium	34
Illustration 27 :	Carte de situation des anciens sites industriels du secteur de l’impluvium	35
Illustration 28 :	Zones de protection réglementaire dans le secteur d’Evaux-les-Bains	37

Illustration 29 : Carte de zones de délimitation du patrimoine naturel dans le secteur d’Evaux-les-Bains.....	38
Illustration 30 : Vue du parement sud de la plateforme romaine (Photo Brgm)	43
Illustration 31 : Vue du parement ouest de la plateforme romaine (Photo Brgm)	43
Illustration 32 : Fracture subverticale du parement ouest de la plateforme romaine appartenant au réseau de fractures des sources (Photo Brgm)	44
Illustration 33 : Fente à quartz ouverte sur le parking du forage F4 (Photo Brgm)	45
Illustration 34 : Détail du remplissage d’une fente à quartz ouverte sur le parking du forage F4 (Photo Brgm).....	45
Illustration 35 : Gneiss à yeux de feldspath sur le parking du forage F4 (Photo Brgm)	46
Illustration 36 : Cuttings du forage F1 conservés à Evaux-les-Bains : mise en évidence d’un passage de quartz correspondant à une venue d’eau (Photo Brgm)	46
Illustration 37 : Filon de quartz d’Evaux-Les-Bains situé à l’entrée du site (Photo Brgm).....	47
Illustration 38 : Filon de quartz d’orientation NW-SE observé à la Roche d’Agoux (Photo Brgm)	48
Illustration 39 : Détail de la structure bréchique du filon de quartz de La Roche d’Agoux (Photo Brgm)	48
Illustration 40 : Mise en évidence des vides résiduels sur le filon de quartz de la Roche d’Agoux (Photo Brgm).....	49
Illustration 41 : Modèle d’un profil d’altération en domaine de socle (Lachassagne et al., 2011).....	49
Illustration 42 : Contexte néotectonique du site d’Evaux-Les-Bains d’après les travaux IPSN 1993	50
Illustration 43 : Trajectoire de la contrainte horizontale principale (traits rouges) autour du site d’Evaux-les-Bains, d’après IPSN 1993.....	51
Illustration 44 : Modèle géométrique du dispositif structural d’Evaux-les-Bains.....	52
Illustration 45 : IRMS et ligne d’équilibration (à gauche) pour l’analyse des isotopes stables de la molécule d’eau (O et H).	53
Illustration 46 : Processus naturels pouvant influencer les compositions en deuterium et en oxygène-18 des eaux souterraines (d’après Clark et Fritz, 1997).	54
Illustration 47 : Résultats des mesures isotopiques de l’eau d’Evaux-les-bains (forage César et forage Rocher).....	54
Illustration 48 : Diagramme $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ dans les eaux thermo-minérales du Massif Central (synthèse de Négrel et al., 2004).	55

Liste des annexes

Annexe 1	Eléments de bibliographie	59
----------	---------------------------------	----

1. Avant-Propos : le projet PRESCRIRE

1.1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET

Le projet PRESCRIRE (Protection des Ressources en Eaux Souterraines Connaissances et Recherches sur les Impluviums au Regard des Enjeux pour l'alimentation en eau potable et des retombées économiques dans le Massif Central) a pour objectif **l'amélioration de la connaissance de la ressource et de sa protection**. Il s'agit d'étudier les notions de préservation de la qualité des ressources en eau souterraine et de protection des gisements afin d'apporter des éléments d'appréciation quant aux actions à engager pour maintenir le bon état qualitatif de ressources en eau souterraine non altérées par des pollutions anthropiques.

Ce projet s'inscrit dans la logique de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) pour ce qui concerne le maintien du bon état des ressources en eau souterraine.

Le projet PRESCRIRE, qui se déroule sur la période 2010 à 2013, est orienté sur des études de cas (une vingtaine au total). Il vise à l'édition, en fin de projet, d'un guide méthodologique à usage des acteurs (exploitants, décideurs) en charge de promouvoir le développement durable de l'exploitation de ressources en eau souterraine de qualité.

1.2. CONTEXTE PARTENARIAL DU PROJET

Le projet PRESCRIRE a été initié par le Commissariat à l'Aménagement, au Développement et à la Protection du Massif Central (DATAR), en relation avec les Agences de l'Eau Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée & Corse, ainsi qu'avec le Conseil Régional de Bourgogne. Il est mis en œuvre par le Service Géologique Régional Auvergne du BRGM, qui participe au financement du projet dans le cadre de ses missions de Service public (Projet PSP08AUV10).

Outre ces partenariats institutionnels, le projet PRESCRIRE a proposé aux nombreux gestionnaires de sites à enjeu « eau souterraine » du Massif Central de s'engager dans la réflexion menée.

Plusieurs sites ont été volontaires pour apporter leur contribution à la démarche, dont le site thermal d'Evaux-les-Bains, qui constitue ainsi un partenaire à part entière du projet PRESCRIRE.

Chaque partenaire est sollicité pour apporter, selon les caractéristiques de son site, une composante majeure à la réflexion sur les notions de préservation de la ressource et de protection des gisements. Pour chaque site étudié, la réflexion est axée sur un thème technique spécifique, propre au contexte local.

Le projet vise à montrer et à faire comprendre par l'exemple (celui du site « test » étudié) pourquoi telle ou telle action engagée est importante à prendre en compte lorsque l'on veut agir pour préserver la qualité des ressources et protéger les gisements.

L’objectif du projet est de tirer parti de chacun des 20 cas étudiés que constituent les sites partenaires et de valoriser, en fin de projet, toutes les réflexions issues de ces études de cas afin de consolider, dans un guide méthodologique, l’expérience acquise.

Pour le site d’Evau-les-Bains, la composante majeure apportée à la réflexion menée par le projet PRESCRIRE a été la caractérisation du contexte structural à l’échelle locale et régionale, à l’aide, notamment, d’observations de terrain permettant d’expliquer et d’illustrer l’intérêt d’une approche structurale de détail dans des contextes géologiques à composante tectonique marquée.

1.3. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU PROJET

Le projet PRESCRIRE concerne l’ensemble du Massif Central (au sens géologique du terme). Les entités suivantes sont ainsi impliquées, pour tout ou partie, dans le projet (Cf. illustration1) :

- 4 Agences de l’Eau : Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée & Corse et Seine-Normandie ;
- 6 régions administratives : Auvergne, Bourgogne, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes ;
- 22 départements : Allier, Ardèche, Aude, Aveyron, Cantal, Corrèze, Côte-d’Or, Creuse, Gard, Haute-Loire, Haute-Vienne, Hérault, Loire, Lot, Lozère, Nièvre, Puy-de-Dôme, Rhône, Saône-et-Loire, Tarn, Tarn-et-Garonne et Yonne.

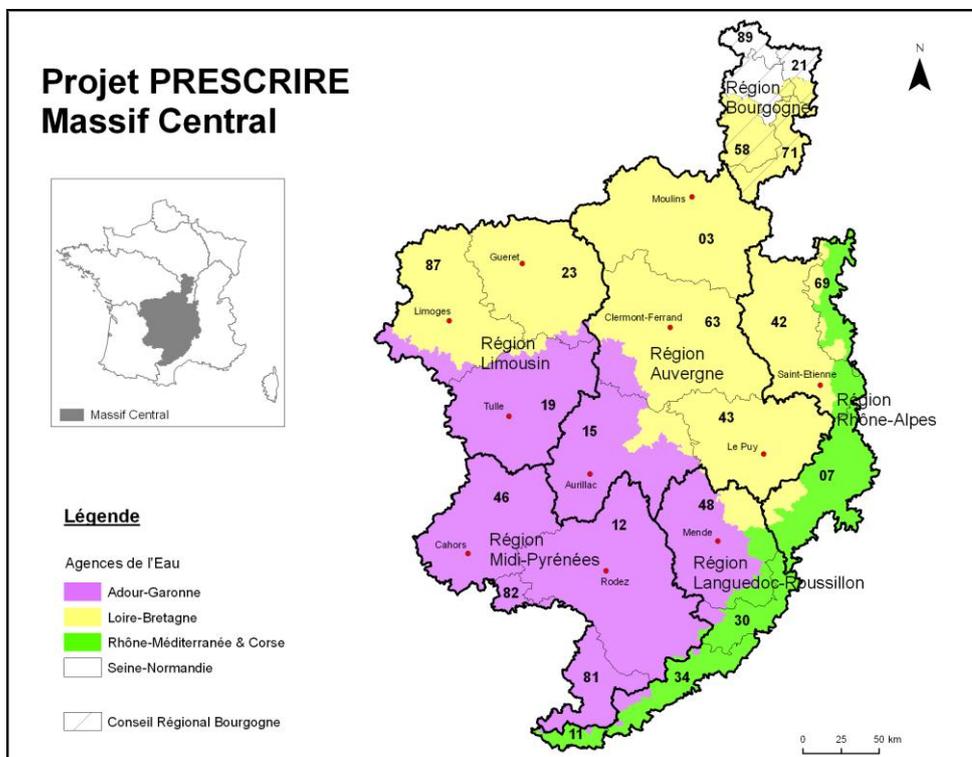


Illustration 1 : Carte de situation du territoire couvert par le projet PRESCRIRE

1.4. APPROCHE THEORIQUE DE LA NOTION DE PROTECTION

Les notions de préservation de la qualité d’une eau souterraine et de protection d’un gisement nécessitent de préciser d’une part, le concept de gisement et d’autre, part le principe de cycle d’une eau souterraine.

Un gisement d’eau souterraine est constitué par 3 secteurs distincts :

- l’impluvium, secteur où l’eau de pluie, pour partie, entre dans le système ;
- la zone de transit, secteur parcouru par l’eau qui s’est infiltrée, en souterrain, entre l’impluvium et la zone où cette eau est captée pour être utilisée ;
- la zone d’émergence, secteur de captage de l’eau souterraine pour un usage donné.

La figure présentée par l’illustration 2 permet de visualiser cette notion de gisement. Le cycle d’une eau souterraine est le circuit suivi par la molécule d’eau de pluie depuis l’impluvium jusqu’à la zone d’émergence, en passant par la zone de transit.

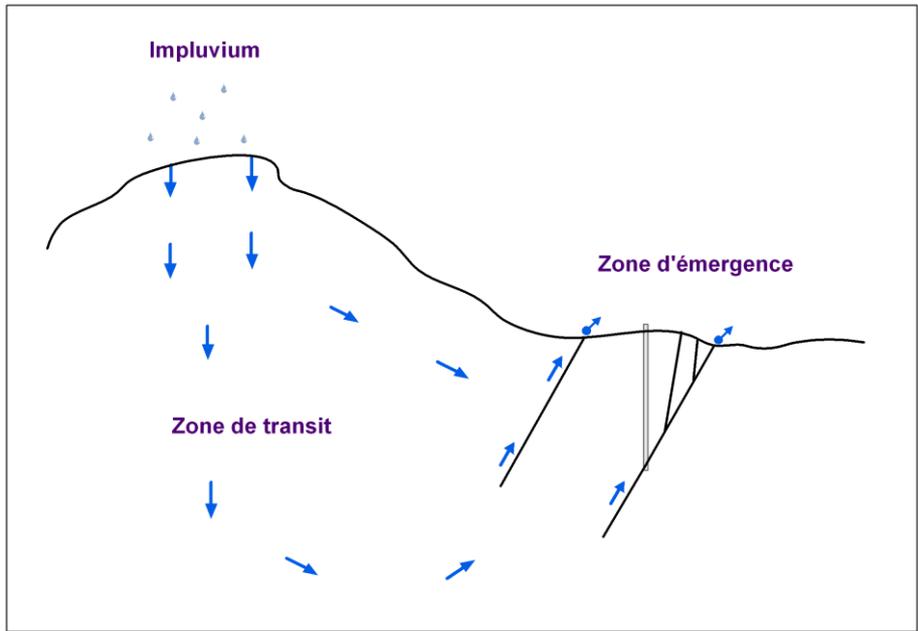


Illustration 2 : Schéma d’un gisement d’eau souterraine

Cette illustration n’est qu’un schéma et chacun des 3 secteurs ainsi représentés est nécessairement à relativiser d’un site à l’autre.

Il convient de relativiser, en particulier, la zone de transit selon que l’on est en présence d’une eau à minéralisation marquée, témoin de circulations longues et/ou profondes, ou d’une eau peu minéralisée, témoin de circulations rapides et/ou sub-superficielles. Pour les sites d’eau minérale, on parlera de circuit hydrominéral et pour les sites d’Alimentation en Eau Potable (AEP), on parlera tout simplement de circuit hydrogéologique.

Le raisonnement quant à la protection d’un gisement pourra être sensiblement distinct selon que l’on est en présence d’une zone de transit profonde ou plus superficielle. Cependant, quel que soit le cas, la préservation de la qualité de l’eau et la protection d’un gisement en un site donné nécessite de s’intéresser à l’ensemble du circuit que parcourt l’eau.

1.5. ETUDE DU SITE « TEST » : MODALITES PRATIQUES

Selon les dispositions retenues par le comité de pilotage du projet, le partenariat d’un site « test » avec le projet PRESCRIRE est acté par la signature d’une convention entre ce site et le BRGM, pour le compte du projet. La première étape de ce partenariat est une réunion de démarrage de l’étude du site concerné.

Pour le site d’Evaux-les-Bains, la réunion de démarrage du projet a eu lieu le 19 juillet 2011. Cette réunion, et les concertations diverses qui ont suivi, ont permis de préciser les axes d’investigation spécifique à valoriser localement pour abonder la réflexion engagée par le projet. Les objectifs retenus pour les investigations complémentaires ont été principalement la caractérisation structurale du secteur au niveau local et régional afin d’expliquer l’importance relative des contraintes tectoniques au voisinage des zones d’émergence. Il a été réalisé, en outre, une première qualification du site sur le plan isotopique (isotope de l’eau).

Suite à la réunion de cadrage évoquée ci-dessus, les actions suivantes ont été entreprises pour l’étude du site « test » d’Evaux-les-Bains :

- compilation et synthèse de l’ensemble des données disponibles concernant les divers domaines en lien avec le projet (géologie, hydrogéologie, occupation du sol, environnement, sensibilisation, réglementation) ;
- investigations géologiques de détail sur le terrain pour préciser le contexte local et régional, notamment au niveau de la fracturation des formations géologiques, et le rôle potentiel joué par ces éléments dans le transit des eaux thermales du secteur ;
- analyses des isotopes stables de la molécule d’eau (H, O) et interprétation des résultats ;
- rédaction du rapport d’étude du site d’Evaux-les-Bains et présentation de l’analyse du site en réunion de restitution des résultats, notamment ceux liés aux analyses isotopiques et aux investigations géologiques de terrain.

Le présent rapport constitue le produit livré de l’étude du site d’Evaux-les-Bains réalisée dans le cadre du projet PRESCRIRE.

Après cet avant-propos, dont l’objectif est de préciser le contexte de réalisation de l’étude du site d’Evaux-les-Bains, les deux chapitres qui suivent sont, avant une conclusion générale, une présentation des données disponibles pour qualifier le site d’Evaux-les-Bains quant à la préservation de la ressource et la protection du gisement, puis une présentation des apports spécifiques du site d’Evaux-les-Bains au projet, compte tenu des investigations complémentaires qui ont pu être réalisées.

2. Le site d’Evaux-les-Bains

2.1. PRESENTATION GENERALE DU SITE D’EVAUX-LES-BAINS

2.1.1. Contexte géographique

La commune d’Evaux-les-Bains est située en région Limousin et plus précisément à l’extrémité est du département de la Creuse (Cf. illustration 3). Evaux-les-Bains est situé sur le territoire de l’Agence de l’Eau Loire-Bretagne.

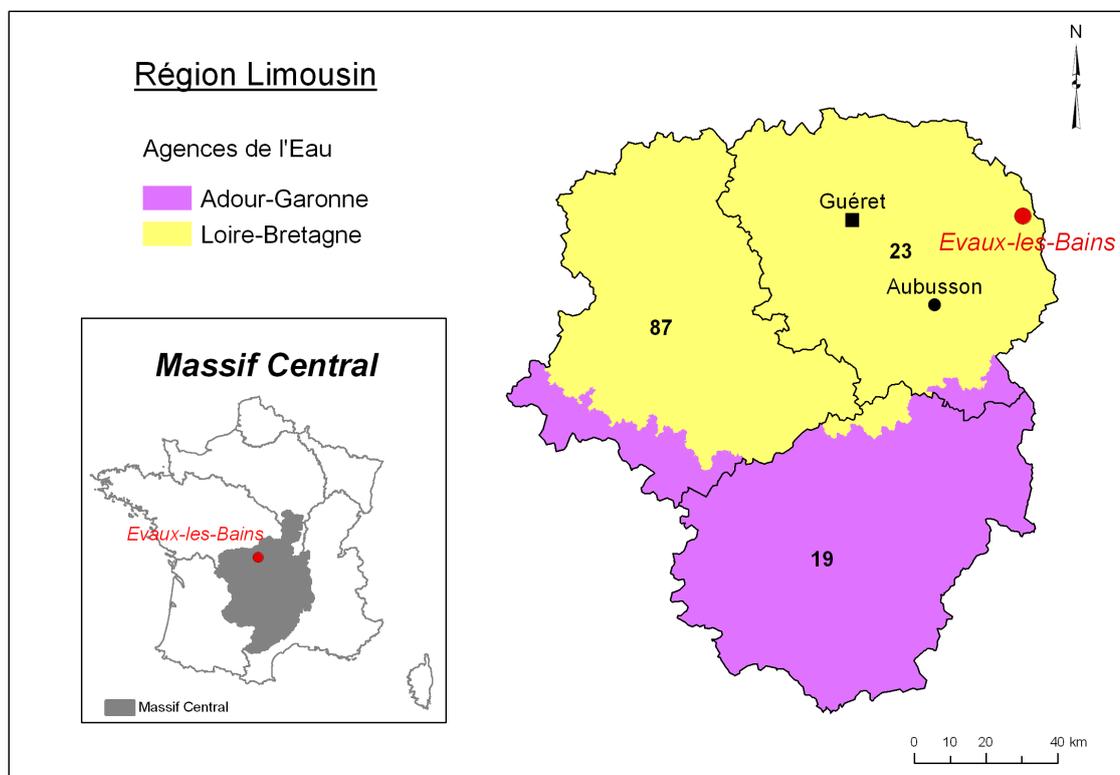


Illustration 3 : Localisation de la commune d’Evaux-les-Bains

Situé à environ 20 km de Montluçon et 50 km de Guéret, le village d’Evaux-les-Bains est chef-lieu de canton. Evaux-les-Bains est rattaché à la communauté de communes d’Evaux-les-Bains Chambon-sur-Voueize.

La commune d’Evaux-les-Bains compte 1 576 habitants (valeur 2005) pour une superficie de 45,6 km² (soit 34,6 habitants par km²). L’activité concernée par le projet PRESCRIRE est la station thermale, située au lieu-dit « Les Bains » (Cf. illustration 4), à 400 m d’altitude, dans un secteur qui bénéficie d’un climat à forte influence continentale.

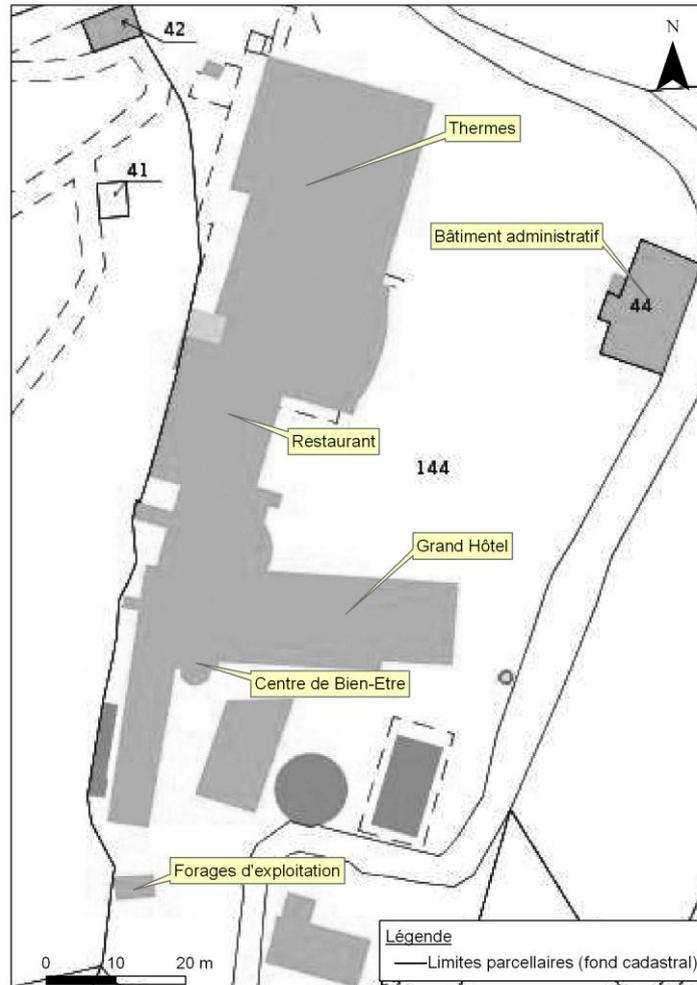


Illustration 5 : Carte de situation des différentes structures du site d’Evaux-les-Bains

2.2. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

2.2.1. Contexte géologique et structural

a) Cadre géologique général

La station d’Evaux-les-Bains se situe à la limite nord-est de la région Limousin, dans les formations géologiques du socle cristallin du Massif Central. Dans ce contexte (Cf. illustration 6), elle est localisée en bordure d’un massif granitique post-tectonique, le Massif de Guéret. La station est positionnée sur le faisceau de failles de la Marche Orientale. Il s’agit d’un axe tectonique important qui constitue le prolongement des cisaillements sud armoricains dans les structures hercyniennes et tardi-hercyniennes du Massif Central. Le site d’Evaux-les-Bains se situe à l’ouest immédiat de la rencontre de cet accident avec le Sillon Houiller.

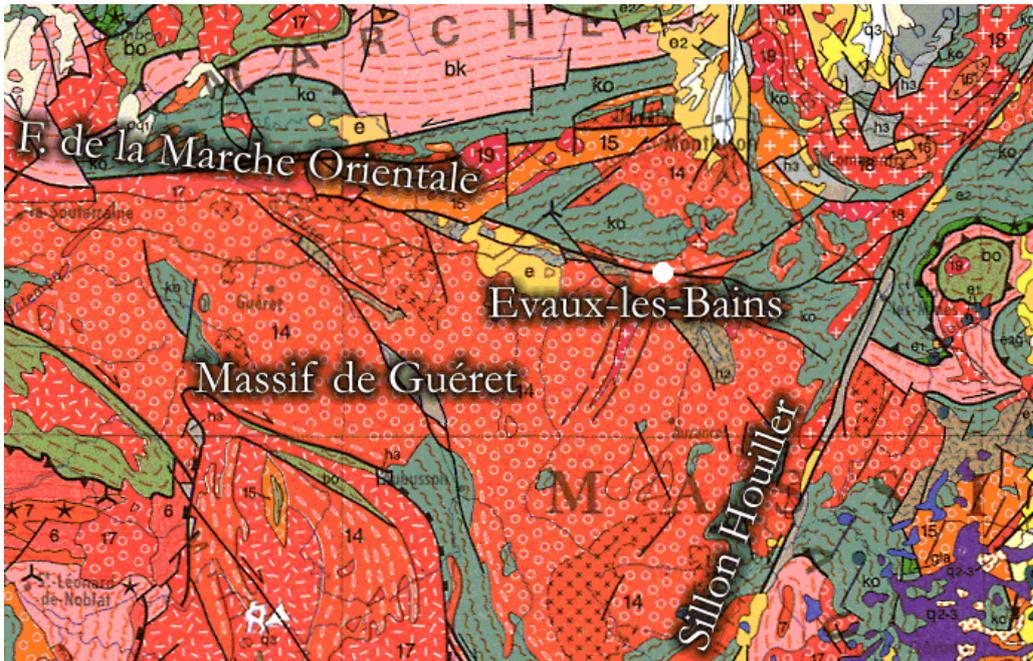


Illustration 6 : Extrait de la carte géologique de France, échelle 1 000 000

b) Travaux antérieurs

• L'étude de D. d'Arcy (1972)

Une première étude géologique, réalisée en 1972 par D. d'Arcy (d'Arcy 1972), avant l'établissement de la carte géologique à 1/50 000 du BRGM, présentait les émergences comme localisées sur un réseau de fractures orientées N 130 à N 150 E (Cf. illustration 7). Des réseaux N 40 et N-S étaient considérés comme postérieurs à ce premier réseau.

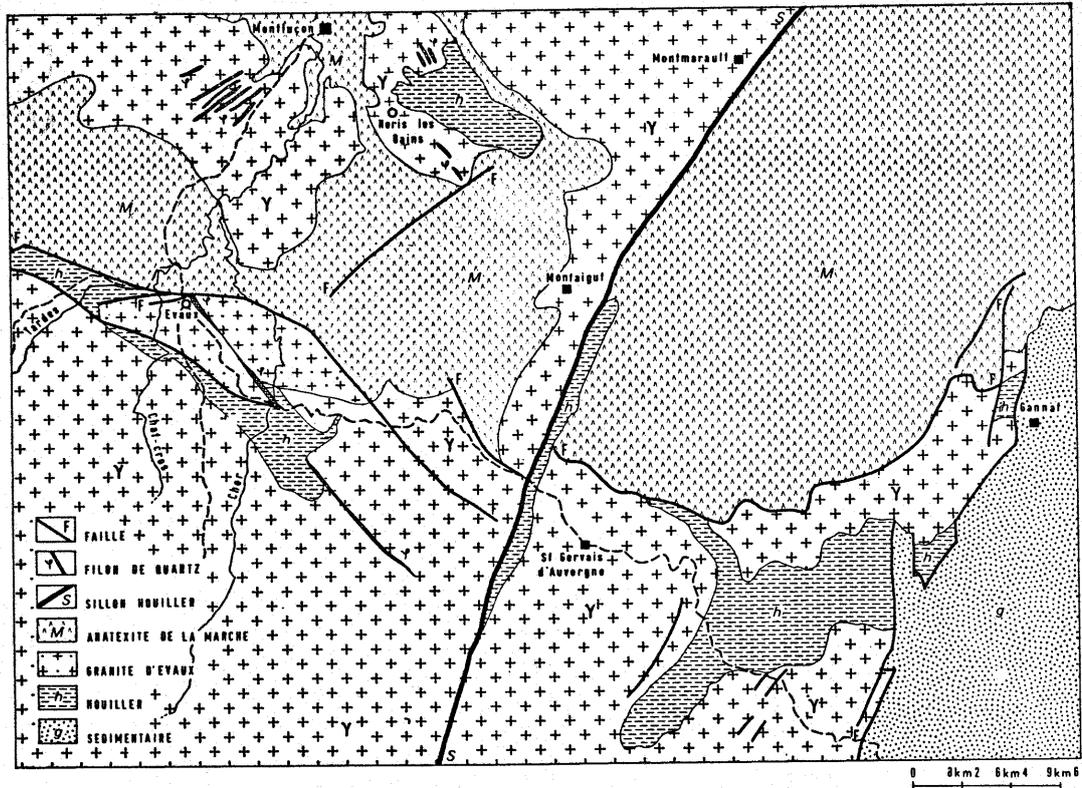


Illustration 7 : Carte géologique du site d’Evaux-les-Bains d’après D’Arcy 1972

Les émissaires sont situés à l’extrémité nord d’un filon de quartz majeur, orienté N 150. Le filon est souligné par divers pointements rocheux. Il a un pendage de 60° vers le Nord et une puissance visible de 4 à 5 m.

Les directions de fracturation visibles dans l’enceinte des thermes sont N 140 et N 20, associée à une faille qui longe la falaise est de l’enceinte.

• **Les travaux de 1987 concernant le barrage de Chambonchard**

Des travaux réalisés autour du site d’Evaux, concernant l’éventuelle influence d’un barrage sur le Cher à Chambonchard (23), proposent une vision plus approfondie de la structuration du site. Un schéma structural général a été établi à partir d’études de terrain et de photos aériennes.

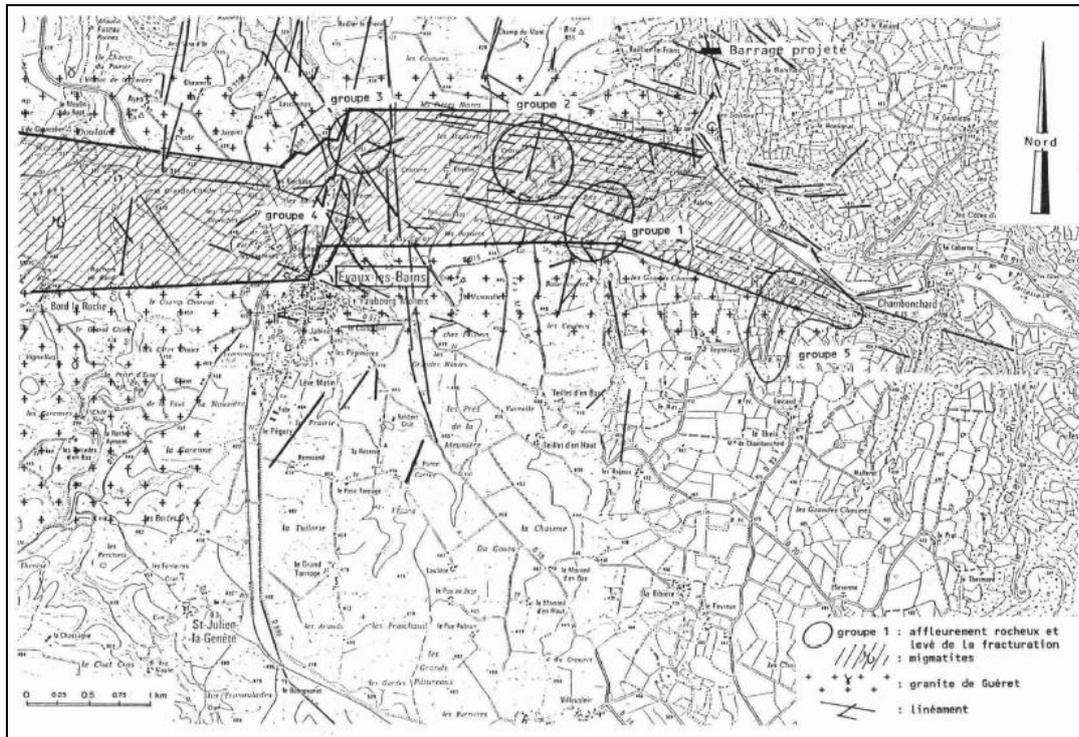


Illustration 8 : Schéma structural de la région d’Evaux-les-Bains d’après Alamy et al. 1987

Il propose comme structure majeure un grand accident W.NW-E.SE, la faille de Chambon-sur-Voueize qui fait partie du faisceau de fractures de La Marche Orientale. Il s’agit d’un grand couloir de fracturation mylonitique d’échelle crustale. Dans cette structure, des zones complètement cisailées et transposées avoisinent avec des zones très peu déformées.

Au niveau d’Evaux-les-Bains, cette structure est décalée par un faisceau de failles N10-N20 avec un décalage apparent sénestre de la structure de Chambon. Un âge Westphalien tardif à Stéphaniens (Carbonifère) est proposé pour cette structure. Il n’est pas établi de relation directe entre la source d’Evaux-Les-Bains et cet accident.

Cette cartographie a été intégrée dans le contexte tectonique actuel, dans lequel la direction de compression régionale était considérée comme N-S. L’illustration 9 synthétise ces observations.

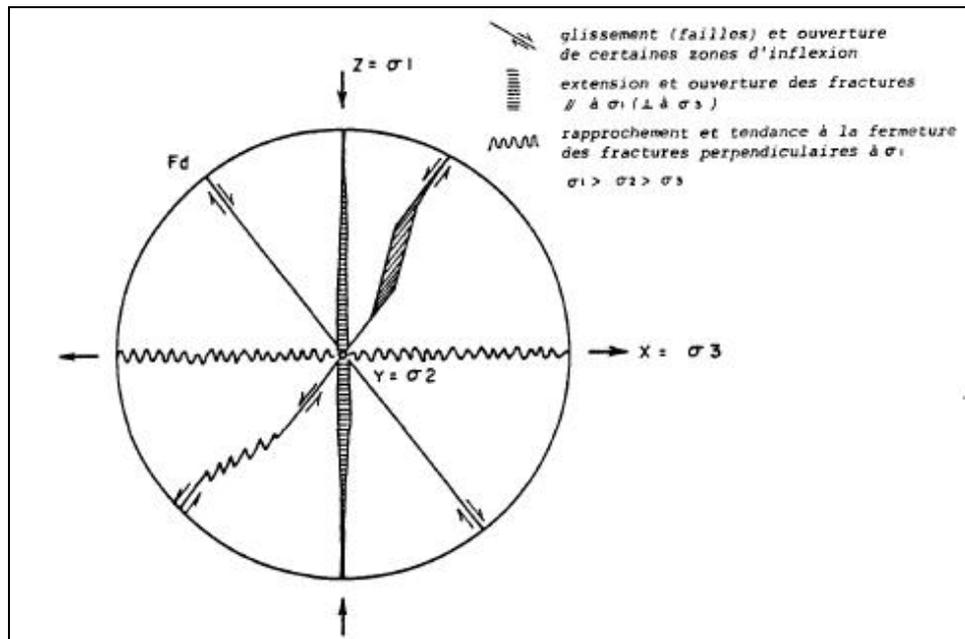


Illustration 9 : Modèle de fonctionnement structural concernant le site d'Evau-les-Bains, d'après Alamy et al. 1987

Ce modèle, destiné à illustrer les relations entre les sites de Chambonchard et d'Evau-les-Bains n'intègre pas les filons de quartz tardihercyniens. Il a été proposé en 1987, c'est-à-dire avant l'étude de l'IPSN de 1993 qui propose une direction de compression régionale actuelle de direction NW-SE.

• La carte géologique à 1/50 000

Selon la carte géologique à 1/50 000, Evau-les-Bains N° 643 (Hottin 1991) (Cf. illustrations 10 et 11), le site d'Evau-les-Bains se situe sur la faille de la Marche Orientale, accident déjà décrit dans les travaux d'Alamy et al. 1987 sous le nom de « faille de Chambon-sur-Voueize ». Cette faille sépare deux compartiments constitués de deux faciès de granite différents. Au nord, il s'agit d'un monzogranite à biotite, souvent porphyrique. Au sud, il s'agit d'une granodiorite à biotite orientée dite « Granite d'Evau-Les-Bains », au faciès assez sombre, riche en biotite, homogène et orienté, de grain moyen avec des phénocristaux de feldspath K très disséminés. Il n'y a jamais de cordiérite. Les enclaves sont microgrenues à biotite ou à biotite et amphiboles. En lame mince, on observe une texture grenue hypidiomorphe, souvent protomylonitique : plagioclase automorphe prédominant zoné (An35-An42), quartz généralement peu abondant recristallisé, feldspath-K xénomorphe poecélitique (inclusion de biotite et plagioclase), biotite automorphe (> 10 %), apatite et zircon, parfois muscovite secondaire.

Le granite a une texture massive et cataclastique. Cette carte fait apparaître un important filon de quartz, de direction NW-SE, à l'est d'Evau-les-Bains, en deux lentilles principales. D'autres filons de quartz, de direction N140, jouent le rôle de drain pour les émergences.

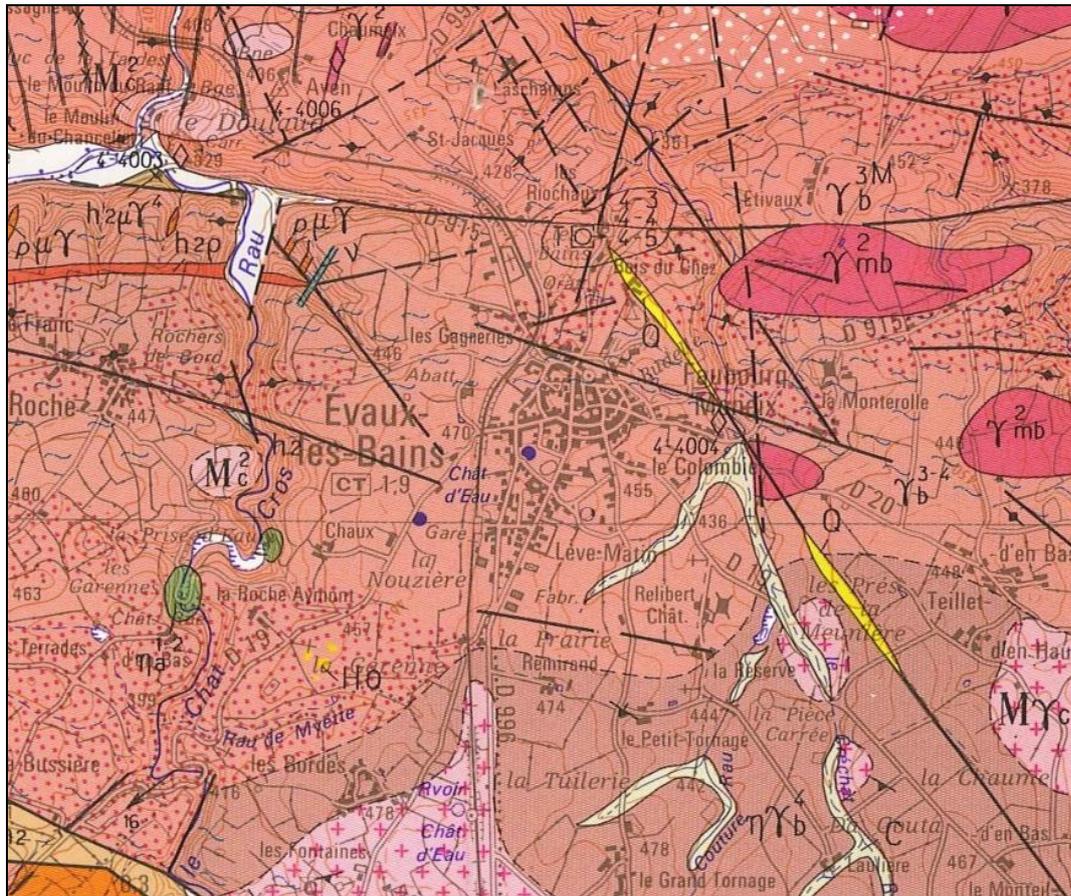


Illustration 10 : Extrait de la carte géologique à 1/50 000 Evaux-les-Bains N° 643, autour du site d’Evaux-les-Bains

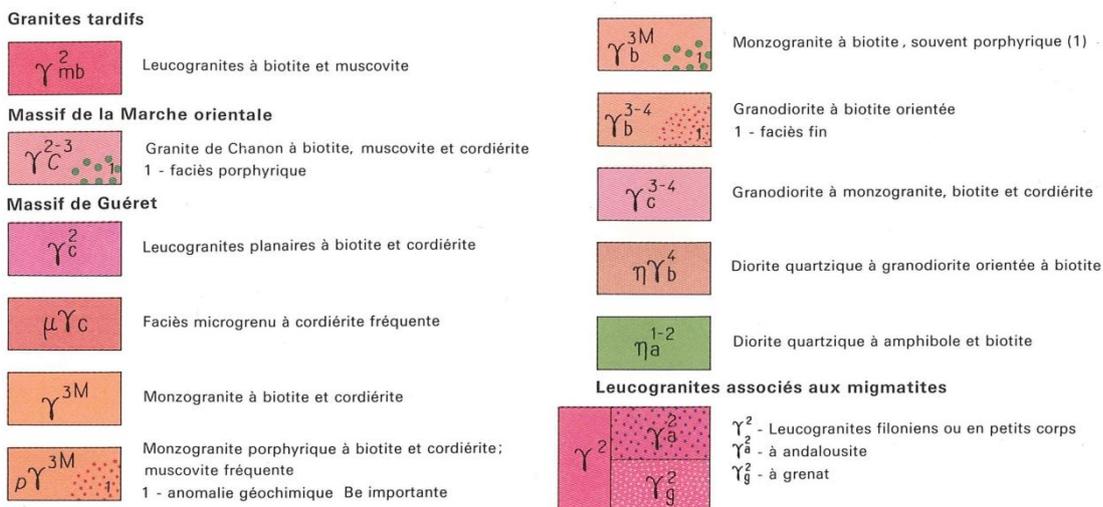


Illustration 11 : Extrait de la légende de la carte géologique à 1/50 000 Evaux-les-Bains N° 643, correspondant aux granites tardifs de l’illustration 10

2.2.2. Contexte hydrogéologique et circuit hydrominéral

a) L'impluvium

Selon les données disponibles, le gisement d'eau thermique exploité à Evaux-les-Bains est alimenté par des eaux météoriques. Il existe une hypothèse quant à la localisation approximative du secteur de l'impluvium, qui fut proposée par L. De Launay à la fin du 19^{ème} siècle. Cette hypothèse n'a jusqu'à présent pas été prouvée à l'aide d'analyses, mais fut jugée cohérente par D. d'Arcy en 1972 (Cf. rapport BRGM N° 72 SGN 230 MCE).

Le secteur de l'impluvium serait situé à quelques dizaines de kilomètres à l'est d'Evaux-les-Bains, dans le département du Puy-de-Dôme, sur des plateaux granitiques.

L'illustration 12 permet d'apprécier la situation géographique du secteur concerné. La délimitation de cette zone n'est pas représentée ici avec précision mais à titre indicatif.

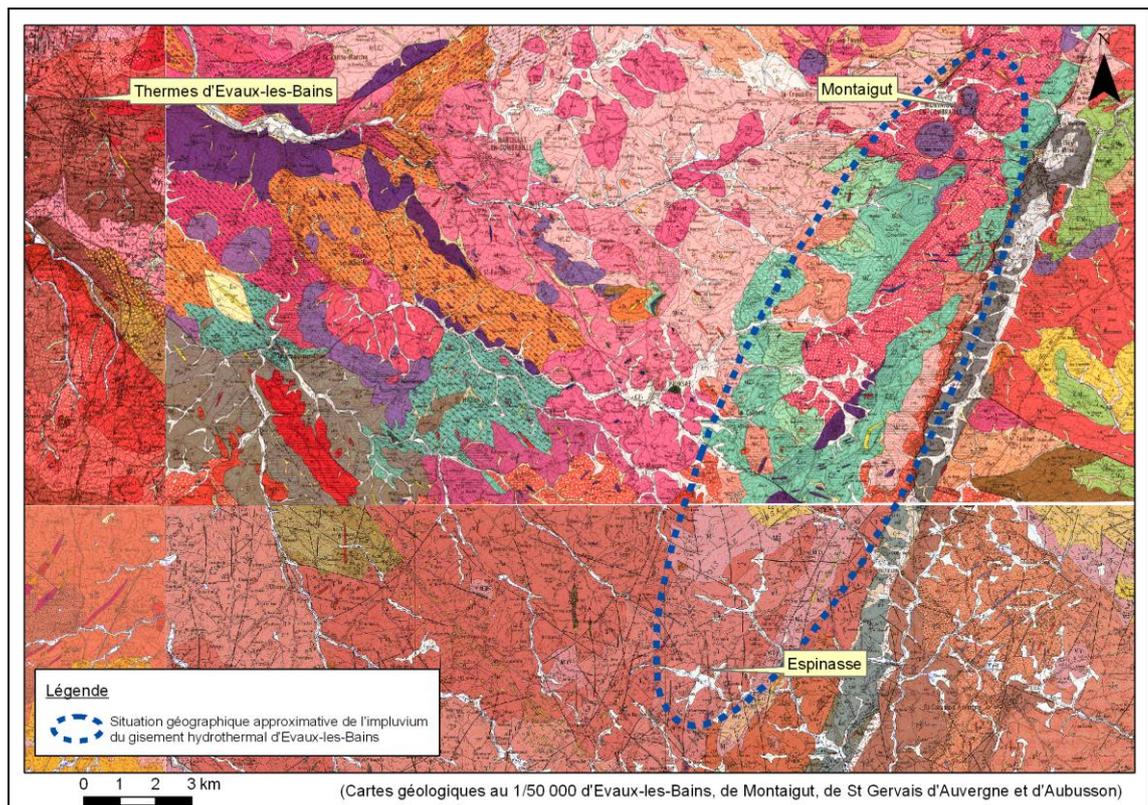


Illustration 12 : Carte de situation géographique du secteur estimé de l'impluvium du gisement hydrothermal d'Evaux-les-Bains

b) La zone de transit

Les eaux météoriques infiltrées dans la zone de l’impluvium (Cf. illustration 12) sont guidées, à l’aide d’accidents tectoniques, jusqu’à une profondeur importante compte tenu de la température élevée de l’eau à l’émergence (environ 60 °C à Evaux-les-Bains). En 1972 (Cf. rapport BRGM N° 72SGN230MCE), D. d’Arcy estime, sur la base du gradient géothermique, que le fluide thermal atteindrait une profondeur d’au moins 1600 m.

L’eau thermale exploitée à Evaux-Les-Bains serait ensuite guidée vers la surface grâce à la présence d’un filon de quartz d’orientation N 150, constituant un axe de drainage important.

Des analyses isotopiques ont été réalisées sur le forage César, pour l’élément tritium, en 1978 et 1997. Les faibles valeurs obtenues, présentées dans le tableau ci-après, permettent de préciser qu’il s’agit d’une eau ancienne, infiltrée avant les essais nucléaires des années cinquante.

Date de mesure	01/05/1978	20/05/1997
Tritium	2 UT (±1)	<1 UT

Illustration 13 : Teneurs en tritium de l’eau captée par le forage César

Malgré les données disponibles, la zone de transit reste toutefois une zone dont la caractérisation, aux sens géologique et géochimique, est toute relative.

c) La zone d’émergence

• Les sources

Dans le secteur des thermes, le filon de quartz précédemment évoqué permet la remontée d’une venue d’eau principale, divisée en surface par un réseau de fractures et donnant lieu à la présence de multiples sources. Depuis l’époque romaine jusqu’en 1972, le site thermal recensait une trentaine de sources, environ une quinzaine d’entre elles étaient exploitées pour l’activité thermale. Les différentes sources présentaient des températures différentes (de 39 à 58 °C), pouvant être expliquées par des mélanges avec des eaux superficielles. Aujourd’hui, les sources ne sont plus exploitées, la plupart ont été condamnées notamment en 1973 et 1999.

• Les forages

Les forages de 1972

Au cours du temps, la zone d’émergence a été remaniée à plusieurs reprises, notamment fin 1972. A cette date, 3 forages ont été réalisés (Cf. rapport BRGM N°73 SGN149MCE) pour augmenter le débit d’exploitation et réduire le nombre de captages ainsi que le risque de mélange avec des eaux superficielles.

Actuellement seuls 2 de ces forages sont exploités. Il s’agit des forages César et Rocher. Ces forages artésiens, situés dans un local fermé, sont visibles sur l’illustration 14. Le troisième ouvrage, nommé Sainte-Marie, présentait une température inférieure aux deux autres, il fut obturé en 1999.



Illustration 14 : Têtes des forages César (gauche) et Rocher (droite) (Photos Brgm)

Le forage Rocher (F1) (indice BSS¹ 06434X0003/F1) : D’une profondeur de 18,30 m et incliné de 20°, ce forage présente un débit naturel artésien de 12 m³/h et une température de 59 °C.

Les principales venues d’eau thermale sont captées à environ 15 m et 18 m de profondeur.

Le forage César (F2) (indice BSS 06434X0004/F2) : D’une profondeur de 47m et incliné de 20°, ce forage présente un débit naturel artésien de 10 m³/h et une température de 57 °C. Différentes venues d’eau thermale ont été identifiées à 21, 30, 35, 39, 42, et 47 m de profondeur.

D’après les observations faites lors de leur réalisation, les forages Rocher et César recoupent une fracture productrice importante, d’orientation N 130° E et de pendage sud-ouest d’environ 75°, à respectivement 15 et 47 m de profondeur.

¹ BSS = Banque de données du Sous-Sol (BRGM)

L’absence d’instrumentalisation au niveau des forages Rocher et César ne permet pas de disposer d’un suivi continu des différents paramètres physico-chimiques (température / conductivité) ou hydrauliques (débit / pression).

Les forages de 2007

Deux forages (Cf. illustration 15) ont été réalisés en 2007 sur le site de l’établissement thermal, pour répondre à une augmentation des besoins en eau thermale.

Le forage F4 (indice BSS : 06434X0344/F4/GB) : D’une profondeur de 149 m, il semble avoir recoupé le filon de quartz d’Evaux-Les-Bains à partir de 28 m et jusqu’à 123 m. C’est le filon de quartz qui semble ici être le réservoir superficiel de l’eau thermale. La zone d’altération superficielle est ici absente ou non décrite dans le log. Le fluide capté par le forage F4 est similaire à l’eau thermale exploitée par les forages F1 et F2. Ce forage non artésien n’est pas exploité pour l’instant. Sa mise en production n’est pas jugé prioritaire, elle nécessitera l’installation d’un dispositif d’exhaure.

Le forage F5 (indice BSS : 06434X0343/F5/L) : D’une profondeur de 104,80 m, il a recoupé une série granitique dont la partie supérieure est altérée. Il présente des niveaux fracturés jusqu’à une profondeur de 30 m, où se situent les venues d’eau principales. Une autre venue d’eau est rencontrée à 40 m sans qu’il soit possible d’établir des relations claires avec la fracturation. Cette profondeur pourrait toutefois correspondre à la base de l’horizon fracturé du profil d’altération. Cette zone constitue un réservoir superficiel où se mélangent probablement les venues d’eau thermales et les venues d’eaux froides superficielles. Le fluide capté par le forage F5 (artésien) présente les mêmes caractéristiques que l’eau thermale exploitée sur le site, à l’exception de la température qui est inférieure. Ce forage n’a pas été mis en production.



Illustration 15 : Têtes des forages F4 (à gauche) et F5 (à droite) (Photos Brgm)

L'illustration 16 permet de visualiser l'implantation des forages F1 (Rocher), F2 (César), F4 et F5, ainsi que le positionnement relatif des sources exploitées à l'époque romaine. Ces sources ont été positionnées sur le fond cadastral d'après le travail du Docteur Janicaud (1934), qui a estimé le positionnement des émergences par rapport aux anciennes structures romaines.

Certaines de ces sources sont encore visibles sur le site, elles sont matérialisées par des petites dalles en béton, mais ont été condamnées.

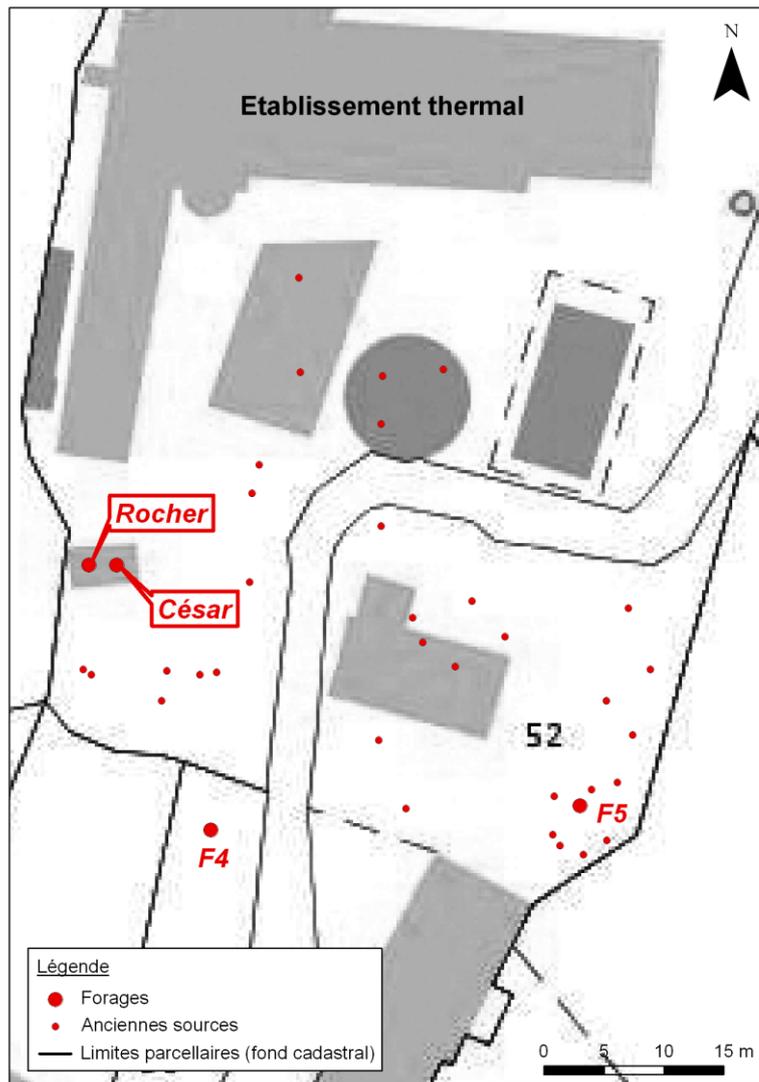


Illustration 16 : Carte de situation des émergences du site d'Evaux-les-bains

• Le fluide hydrothermal

D’un point de vue physico-chimique, l’eau thermale d’Evaux-les-Bains est une eau sulfatée sodique (Cf. illustrations 17 et 18). Cette eau gazeuse, de minéralisation moyenne, se distingue par une température élevée proche de 60°C et de fortes teneurs en lithium. Le gaz présent majoritairement dans le fluide thermal est l’azote (environ 95 %).

D’après les données disponibles, l’eau d’Evaux-les-Bains aide à la cicatrisation et possède, entre autres, une action sédative et anti-inflammatoire sur les douleurs, ainsi qu’une action stimulante sur les glandes endocrines.

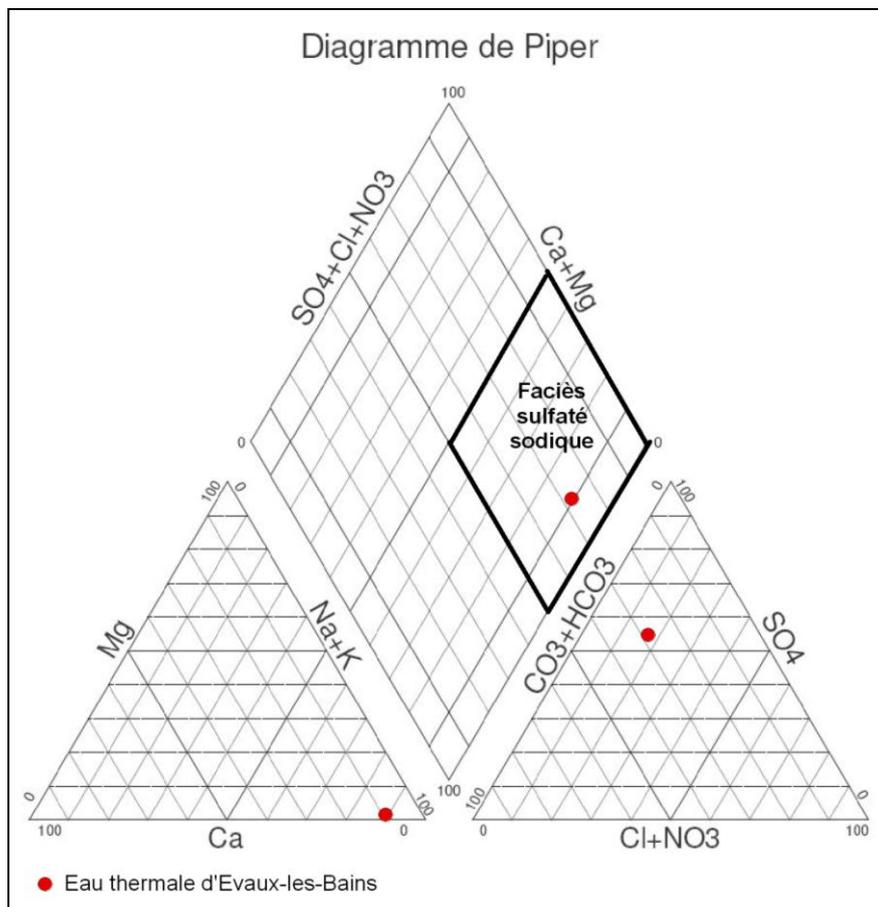


Illustration 17 : Physico-chimie du fluide exploité à Evaux-les-Bains dans le diagramme de Piper

L’illustration 18 permet d’apprécier les caractéristiques physico-chimiques principales de l’eau thermale d’Evaux-les-Bains.

Point d'analyse Eléments	Forage César (F1)	Forage Rocher (F2)	F4	F5
	date	27/02/2008	27/02/2008	20/02/2008
T° C	57	59	51,3	49,5
pH	6,7	6,7	6,6	6,76
Cconductivité à 25 °C (µS/cm)	1998	1996	1973	1971
HCO3 (mg/l)	339,9	340,5	342,9	346
SO4 (mg/l)	553	536	544,1	512,1
Cl (mg/l)	116,7	123	113,2	95,6
NO3 (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Na (mg/l)	393	389	395	391
Ca (mg/l)	38	38	36,5	36,7
K (mg/l)	18,3	17,9	20,4	20,4
Mg (mg/l)	1,8	1,8	1,8	1,8
Li (mg/l)	2,2	2,3	2,3	2,3
B (mg/l)	1,37	1,35	1,318	1,329
Sr (mg/l)	1,12	1,12	1,121	1,131
Mn (mg/l)	0,237	0,233	0,221	0,224
As (mg/l)	0,009	0,01	0,013	0,012

Illustration 18 : Composition physico-chimique de l'eau thermale d'Evaux-les-Bains (extraits des analyses de référence)

L'eau d'Evaux-les-Bains se distingue par une radioactivité significative, d'origine géologique profonde, associée au radon 222 qu'elle contient. Ce gaz radioactif naturel classe la station d'Evaux-les-Bains au 2^{ème} rang des stations européennes, pour la radioactivité du fluide thermal exploité.

Les résultats des analyses réalisées en 2008, par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), pour cet élément sont présentés dans le tableau ci-après :

Point d'analyse	Forage César (F1)	Forage Roche (F2)r	F4	F5
Date de mesure	03/03/2008	03/03/2008	22/02/2008	22/02/2008
Rn 222 (Bq/l)	207 (±17)	160 (±16)	238 (±19)	221 (±44)

Illustration 19 : Teneurs en Radon 222 des eaux d'Evaux-les-Bains

2.3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

2.3.1. Données générales sur le secteur d’Evaux-les-Bains

a) Occupation du sol

L’occupation du sol de la zone étudiée est présentée par l’illustration 20. Le secteur d’Evaux-les-Bains soit composé essentiellement de territoires agricoles, les activités de ce type ne sont pas considérées comme très polluantes dans la région. De plus, une part importante des surfaces agricoles est constituée par des prairies. Ce secteur compte également des surfaces urbanisées peu importantes et quelques zones de forêt. Ce type d’environnement permet de considérer que la région d’Evaux-les-Bains bénéficie d’une protection appréciable au sens de la préservation de la qualité des eaux qui s’infiltrent.

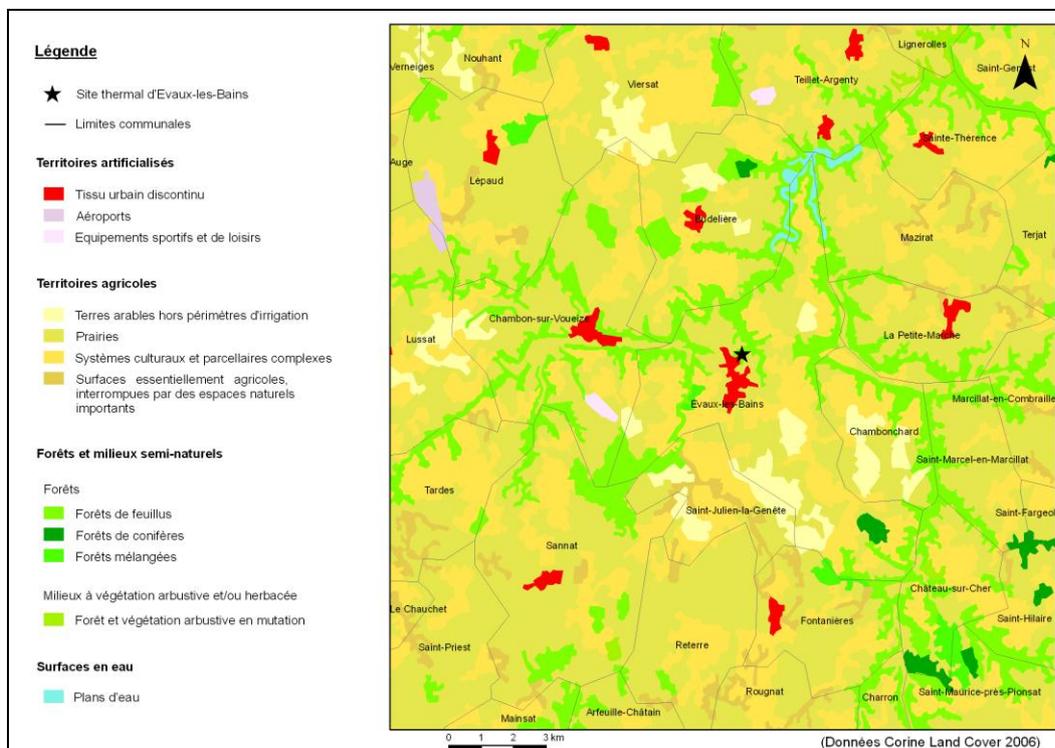


Illustration 20 : Occupation du sol sur le secteur d’Evaux-les-Bains

b) Assainissement

Les stations d’épuration recensées dans le secteur d’Evaux-les-Bains sont présentées par l’illustration 21. Ces structures possèdent des capacités variables, la plus importante étant celle d’Evaux-les-Bains, dimensionnée pour 2333 équivalents habitants.

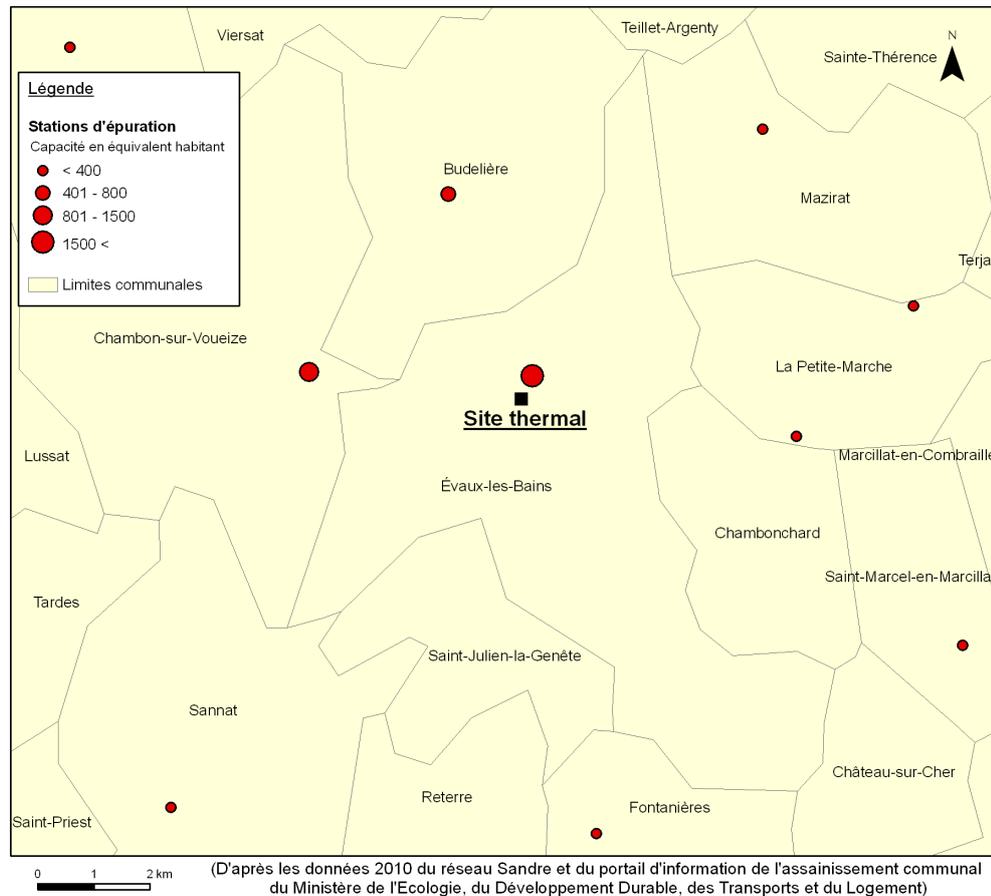
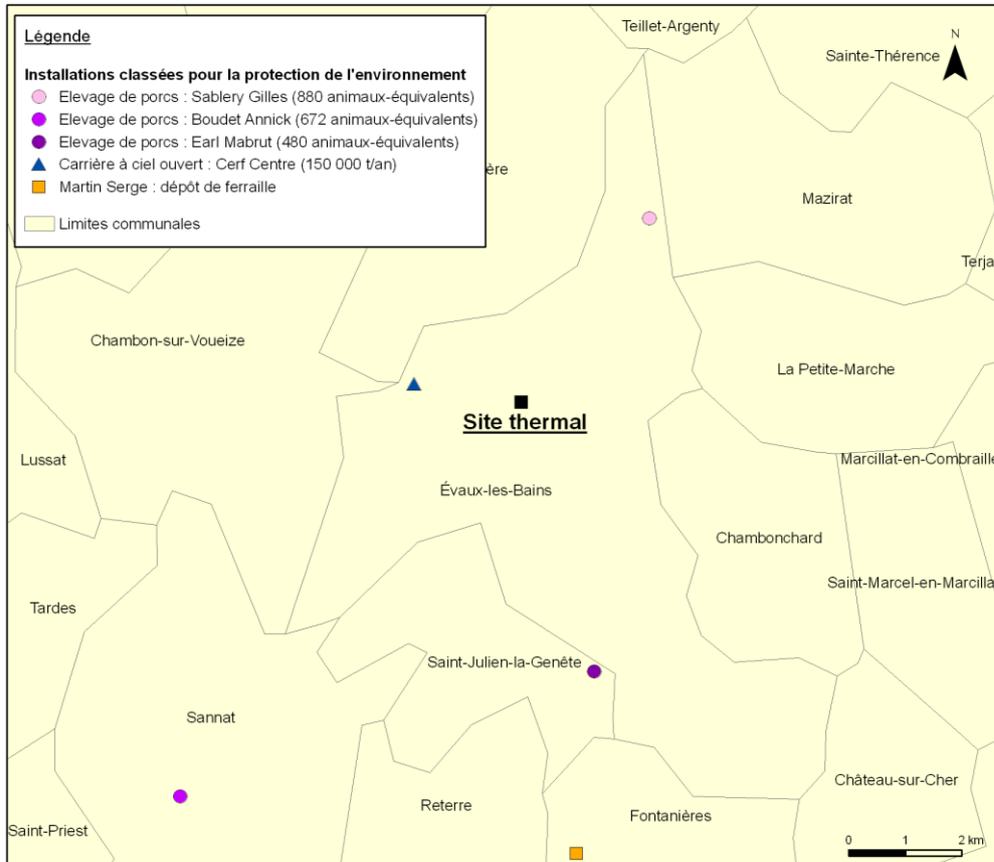


Illustration 21 : Localisation des stations d'épuration dans le secteur d'Evaux-les-Bains

c) Sites industriels

Les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) implantées aux alentours d'Evaux-les-Bains, d'après les données 2011 du MEDDTL², sont listées sur l'illustration 22. Aucune de ces structures n'est classée Seveso.

² MEDDTL = Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement



(D'après les données 2011 du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement)

Illustration 22 : Installations classées situées dans les alentours d'Evau-les-Bains

Les sites BASIAS

L'illustration 23 permet d'apprécier l'implantation des sites répertoriés dans la Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS). Le secteur d'Evau-les-Bains compte de nombreuses anciennes mines et usines, qui ont été, pour la plupart, fermées et réaménagées.

Les sites BASOL

Dans le secteur d'Evau-les-Bains, il n'existe qu'un seul site répertorié dans la Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (BASOL). Il s'agit d'anciennes mines d'or, situées sur la commune de Budelière.

d) Activités minières

La zone considérée possède un passé minier important. Un grand nombre de sites miniers sont listés dans la base de données BASIAS (Cf. illustration 23). La concession la plus importante était celle du Châtelet, avec une superficie de 730 ha. Cette concession fut exploitée pour l'or jusqu'au 20^{ème} siècle.

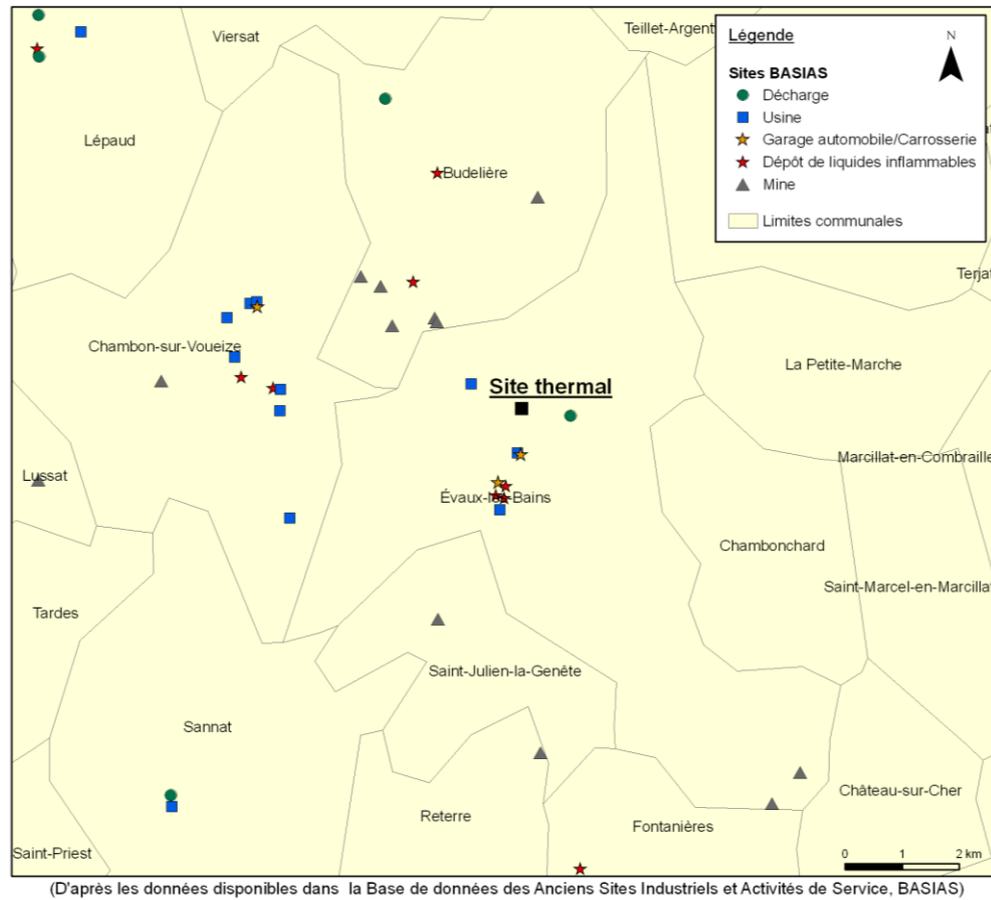


Illustration 23 : Carte de situation des anciens sites industriels du secteur d'Évaux-les-Bains

Nota : Pour un grand nombre de sites répertoriés dans la base de données BASIAS, les coordonnées géographiques ne sont pas disponibles. La liste des sites illustrée par la carte précédente peut ne pas être exhaustive.

2.3.2. Données générales sur le secteur de l'impluvium

Comme cela a été précisé précédemment, la situation géographique approximative de l'impluvium du gisement d'eau thermale est connue. Les indications concernant le contexte environnemental de ce secteur sont présentées dans les paragraphes suivants.

a) Occupation du sol

Le secteur de l'impluvium (Cf. illustration 24) recense plusieurs zones de forêts, et présente également une anthropisation non négligeable, notamment avec d'importantes surfaces agricoles et quelques zones urbanisées.

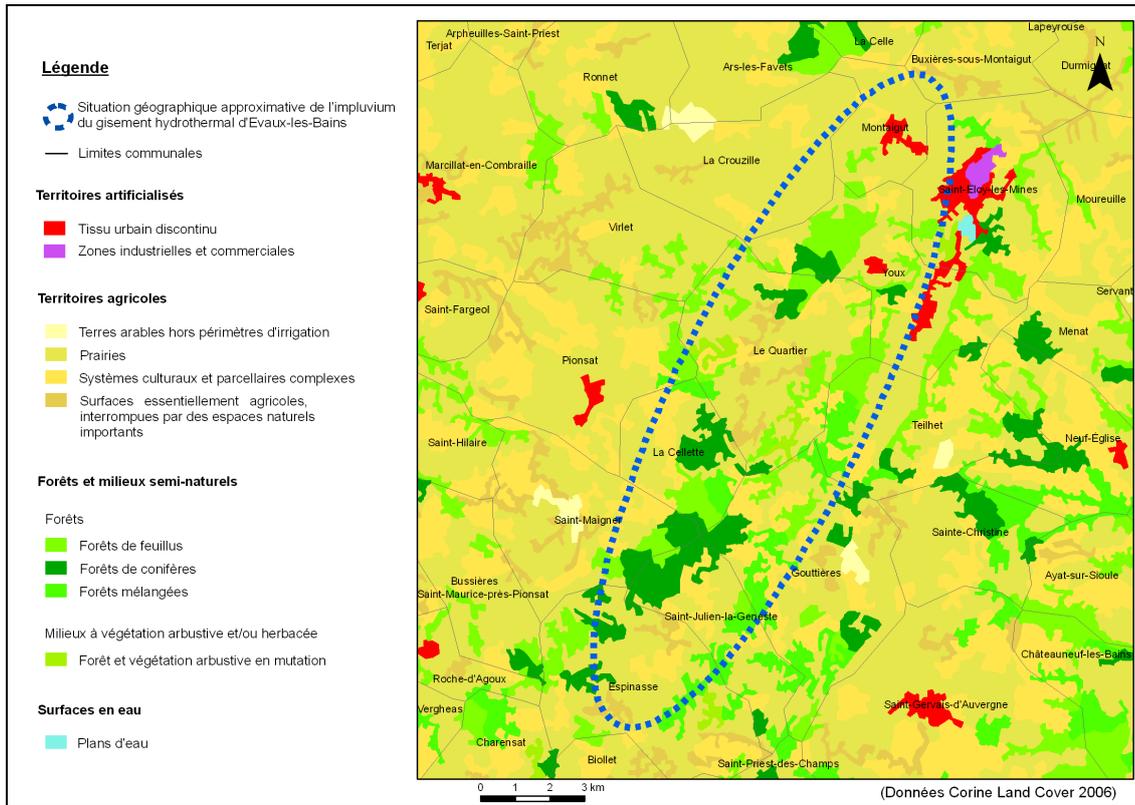
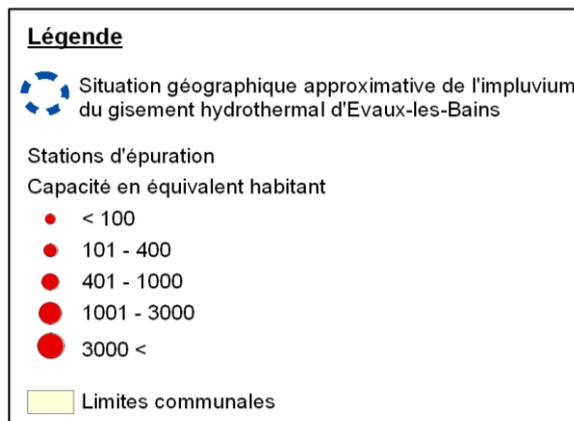
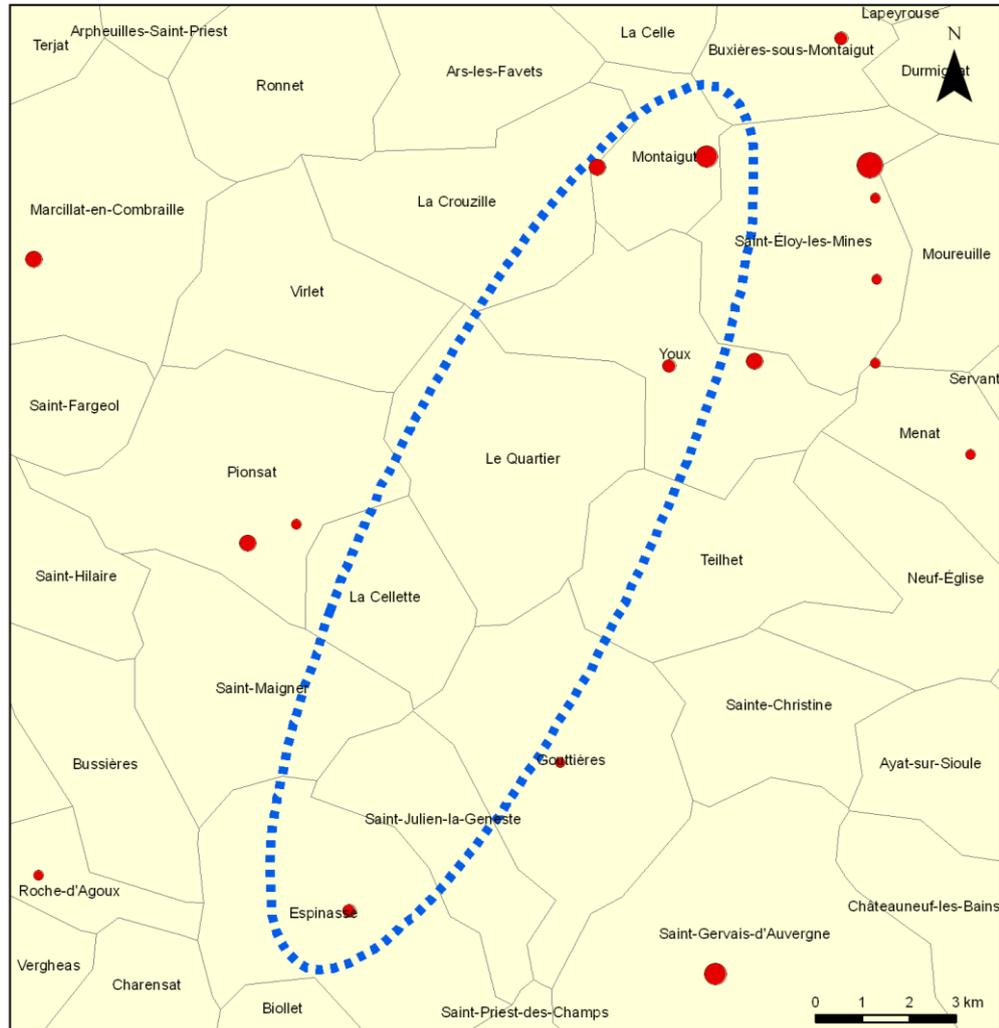


Illustration 24 : Occupation du sol sur le secteur de l'impluvium

b) Assainissement

L'illustration 25 permet d'apprécier la localisation des différentes stations d'épuration implantées dans le secteur de l'impluvium du gisement d'eau thermique exploité à Evaux-les-Bains. Les structures les plus importantes sont situées sur les communes de Montaigut et Saint-Eloy-les-Mines.



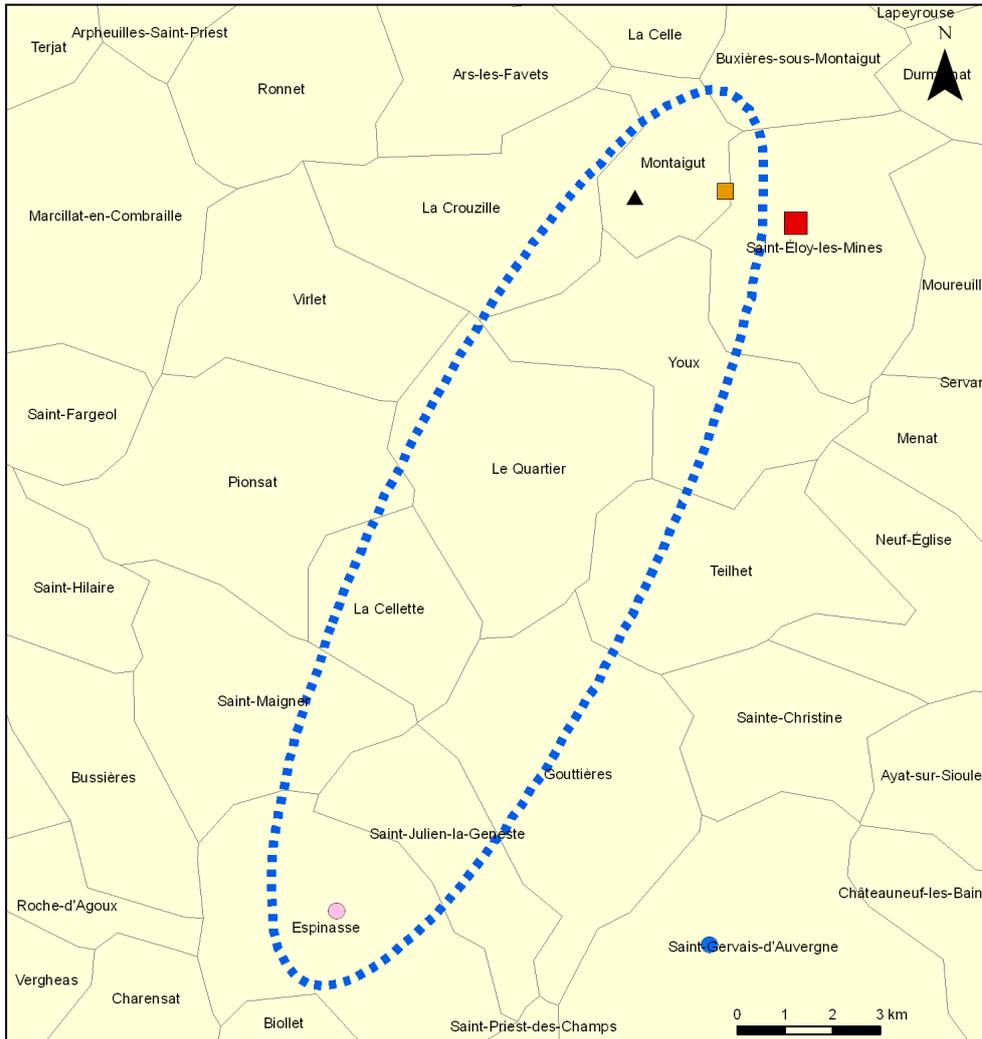


(D’après les données 2010 du réseau Sandre et du portail d’information de l’assainissement communal du Ministère de l’Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement)

Illustration 25 : Carte de situation des stations d’épuration dans le secteur de l’impluvium

c) Sites industriels

Les ICPE implantées au droit du secteur de l’impluvium, d’après les données 2011 du MEDDTL, sont listées sur l’illustration 26. Une seule de ces structures est classée Seveso, il s’agit d’une fabrique de laine de roche implantée sur la commune de Saint-Eloy-les-Mines et gérée par la société Rockwool France Sas.



(D'après les données 2011 du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement)

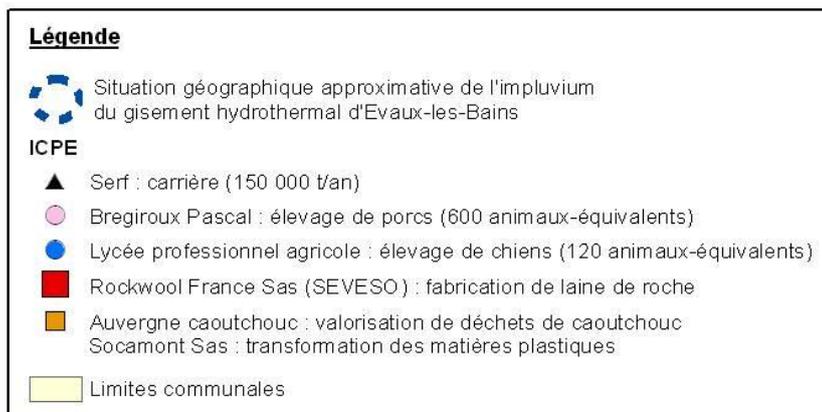


Illustration 26 : Installations classées situées dans le secteur de l'impluvium

Les sites BASIAS

Les sites répertoriés dans la base de données BASIAS sont présentés par l’illustration 27. Le secteur de l’impluvium compte de nombreuses anciennes mines et usines, qui ont été, pour la plupart, fermées et réaménagées.

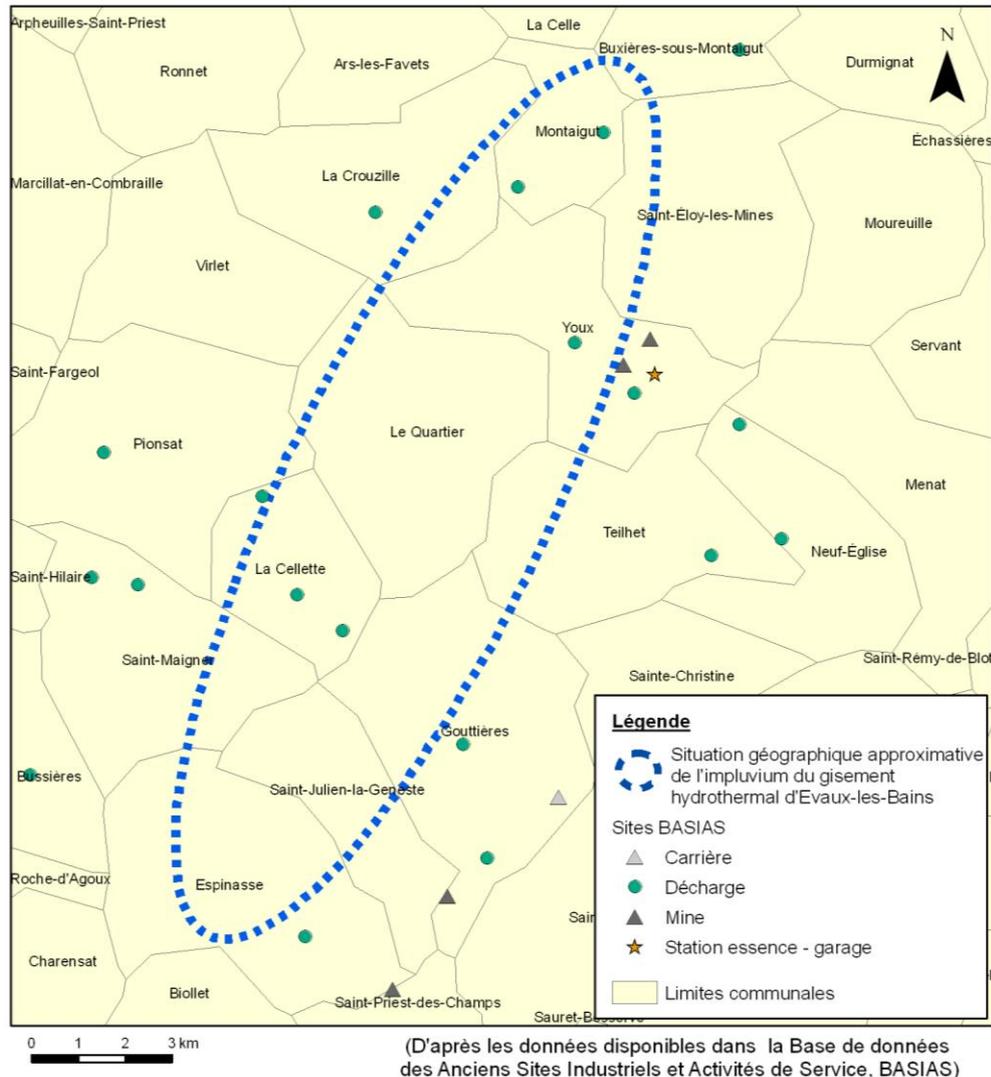


Illustration 27 : Carte de situation des anciens sites industriels du secteur de l’impluvium

Les sites BASOL

Dans le secteur de l’impluvium, deux sites sont recensés dans la Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (BASOL).

Le premier site, désigné comme les anciens établissements de la société Lavoilotte, sont situés sur la commune de Montaigut. Les infrastructures spécialisées dans la

production de pièces métalliques, sont fermées depuis 2001. Une étude réalisée en 2008 a montré une pollution des sols par du trichloroéthylène.

Les anciens établissements de la société Everitube sont également listés dans la base de données BASOL. Ces structures sont implantées sur la commune de Saint-Eloy-les-Mines, au-dessus d'anciens sites miniers. Diverses activités se sont succédées sur ce site (activités minières, fabrication de plaques et de moulages en amiante-ciment, production de tuyaux), la dernière étant terminée depuis 1983. Une étude datant de 2002 a révélé la présence de déchets ensevelis contenant de l'amiante et des résidus de mines.

Compte tenu de la circulation en profondeur des eaux infiltrées dans la zone de l'impluvium, ainsi que le temps de parcours du fluide vers les émergences (Cf. § 2.2.2.), il semble peu probable que les substances qui peuvent être rejetées dans le milieu naturel, dans le secteur de l'impluvium, puissent avoir des conséquences directes significatives sur l'eau thermale exploitée à Evau-les-Bains.

2.3.3. Données générales au voisinage du site thermal

Les activités ou structures potentiellement polluantes, situées sur la commune d'Evau-les-Bains, sont listées ci-après :

- les zones urbanisées ;
- le réseau routier (D915, D996, D20, D19) et les zones de parking sont des lieux privilégiés pour la présence d'huiles et d'hydrocarbures ;
- la ligne ferroviaire traversant le village d'Evau-les-Bains est située à environ 400 m du site thermal, mais n'est plus utilisée actuellement ;
- la station d'épuration d'Evau-les-Bains, dispose d'un système de traitement à boues activées et déverse les effluents traités dans le ruisseau des Bains à 500 m environ en aval des thermes. D'après les données 2010 du réseau Sandre et du portail d'information sur l'assainissement communal du MEDDTL, cette structure ne répondait pas aux normes de performance et/ou d'équipement en 2009 ;
- les habitations non raccordées au réseau d'assainissement. L'assainissement non collectif est géré la communauté de communes d'Evau-les-Bains – Chambon-sur-Voueize.

Un état des lieux de l'assainissement non collectif, a été réalisé en 2010 sur le bassin Loire-Bretagne par l'Agence de l'Eau du même nom. L'objectif majeur de ce travail est la création d'une base de données cartographique de l'assainissement non collectif, les résultats sont présentés sous forme d'atlas pour chaque département. Cependant, les données concernant la communauté de communes d'Evau-les-Bains – Chambon-sur-Voueize ne sont pas disponibles ;

- les activités agricoles. Elles représentent un risque de pollution pour l'environnement, notamment par l'utilisation de produits phytosanitaires ;
- les décharges sauvages.

2.4. COMMUNICATION / SENSIBILISATION

Il n'existe pas d'action spécifique de communication à l'attention des habitants du secteur (en particulier sur le secteur présumé de l'impluvium) sur la nécessité de préserver la ressource et d'agir avec précaution, du point de vue environnemental, lorsque des projets (aussi divers soient-ils) sont engagés dans des secteurs qui pourraient être sensibles quant à la protection du gisement hydrothermal.

2.5. ASPECT REGLEMENTAIRE

D'un point de vue réglementaire, la ressource thermale bénéficie, de façon directe ou indirecte, de plusieurs outils de protection, tant au niveau du secteur de l'impluvium qu'au niveau des émergences.

2.5.1. Dans le secteur d'Evau-les-Bains et de l'impluvium

a) *Protection liée aux dispositions du patrimoine naturel*

Un inventaire du patrimoine naturel français a été effectué par le Muséum national d'Histoire naturelle. Celui-ci a donné lieu à la délimitation de zones géographiques en fonction de la richesse du patrimoine naturel qu'elles possèdent. Les objectifs d'une telle délimitation sont de mieux connaître le patrimoine français et de le protéger par une gestion adaptée des milieux naturels et des paysages. Dans le secteur d'Evau-les-Bains différents types de zones ont été répertoriés.

Secteur d'Evau-les-Bains

Le secteur d'Evau-les-Bains est concerné par 3 types de zones (Cf. illustration 28). La couverture géographique de ces zones est présentée par l'illustration 29.

Type d'entité	Nom de l'entité	
Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)	type 1	Mine du Chatelet Vallée du Haut Cher
	type 2	Vallée du Cher de Chambonchard au pont de Château-sur-Cher Bois d'Evau-Les-Bains Vallée et gorges de la Voueize Gorges de la Tardes
Site du réseau Natura 2000	type SIC	Gorges de la Tardes et Vallée du Cher Gorges du Haut Cher

Illustration 28 : Zones de protection réglementaire dans le secteur d'Evau-les-Bains

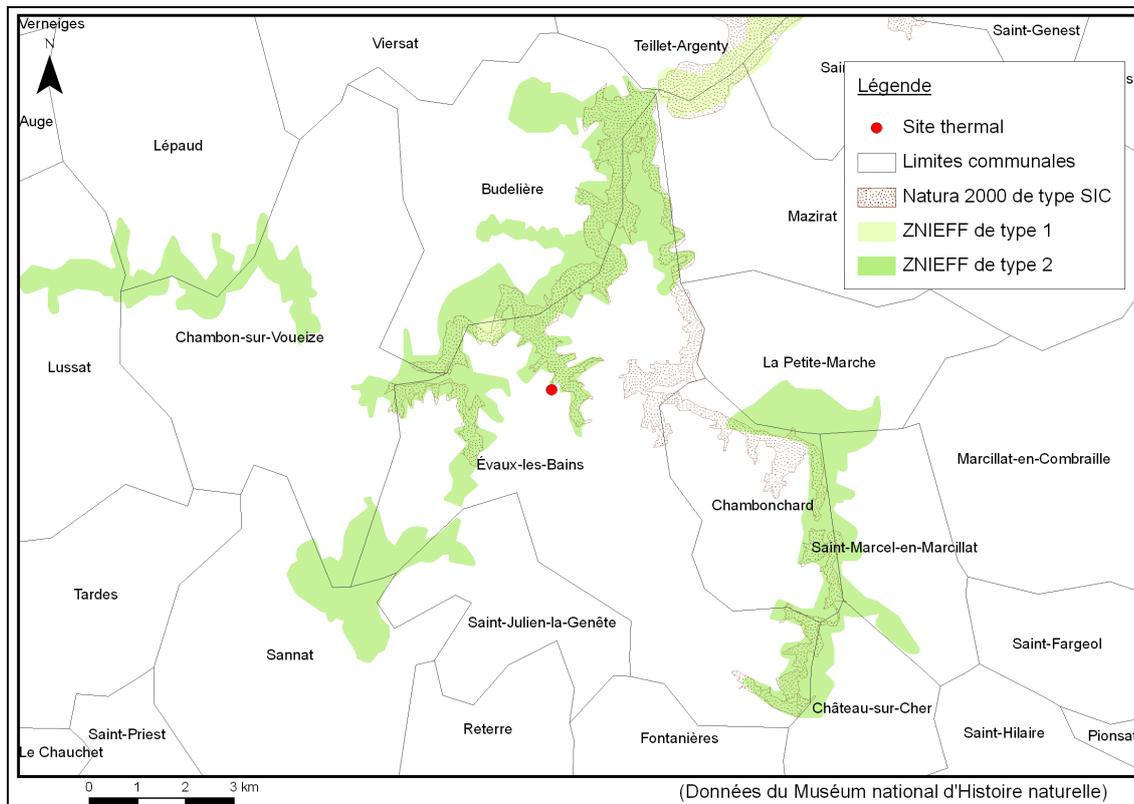


Illustration 29 : Carte de zones de délimitation du patrimoine naturel dans le secteur d'Evau-les-Bains

Secteur de l'impluvium

Le secteur de l'impluvium n'est concerné par aucun type de protection liée au patrimoine naturel.

Pour information, les principales caractéristiques réglementaires des différentes zones du patrimoine naturel sont :

• Réglementation liée aux PNR

Un Parc Naturel Régional (PNR) est créé par des collectivités territoriales. Son territoire est reconnu par l'Etat et classé par un décret ministériel pour 12 ans maximum. Chaque PNR dispose d'une charte, signée par les collectivités locales, qui définit les orientations et les actions d'aménagement, de protection et de mise en valeur de ce territoire. Cette charte est consultée et prise en compte lors de l'établissement de documents d'urbanisme tels que les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) ou les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU).

• Réglementation liée aux ZNIEFF

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) jouent un rôle d'inventaire du patrimoine naturel mais ne possèdent pas de valeur juridique directe pour la protection des espaces naturels. Ces zones constituent des outils d'aide à la décision en matière d'aménagement du territoire car elles doivent être considérées lors de la réalisation d'études d'impact et de documents d'urbanisme.

Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type 1 sont définies (d’après les DREAL) comme des secteurs de superficie généralement limitée qui abritent au moins une espèce ou un milieu naturel remarquable ou rare (ex : loutre, tourbière...).
- Les ZNIEFF de type 2 sont définies (d’après les DREAL) comme de grands ensembles naturels riches, peu modifiés par l’Homme ou offrant des potentialités biologiques importantes (massifs forestiers, plateaux). Les zones de type 2 peuvent inclure des zones de type 1.

• **Réglementation liée aux ZICO**

Les Zones d’Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), aussi appelées Zones d’Intérêt Communautaire pour les Oiseaux, abritent des espèces d’oiseaux sauvages reconnues d’importance communautaire ou européenne. Elles n’ont pas de portée juridique directe. Certaines d’entre elles peuvent être désignées comme Zone de Protection Spéciale (ZPS), cette appellation permettant aux ZICO qui en bénéficient d’être intégrées au réseau Natura 2000.

• **Réglementation liée aux sites Natura 2000**

Le réseau Natura 2000 est un réseau européen qui regroupe des zones pour la conservation de certains types d’habitats naturels et certains types d’habitats d’espèces (Zones Spéciales de Conservation, ZSC) et des zones pour la conservation d’espèces d’oiseaux ciblées (Zones de Protection Spéciale, ZPS).

Pour chaque site Natura 2000, l’Etat définit des objectifs de gestion durable (revus tous les 6 ans) pour le territoire concerné. Cette gestion doit concilier la protection du patrimoine naturel classé et les activités anthropiques.

b) Protection liée à des captages AEP³

Il existe un seul captage AEP à proximité d’Evaux-les-Bains. Il s’agit d’un puits situé au lieu-dit Les Bordes sur la commune de Saint-Julien-la-Genête, à environ 3 km au S-SW du site thermal. Cet ouvrage est référencé dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM sous le numéro 06438X0001/P. Ce captage alimentait autrefois la ville d’Evaux-les-Bains en eau potable. Bien qu’il ne soit plus utilisé depuis plusieurs années, ce captage bénéficie toujours d’un arrêté Préfectoral d’Utilité Publique. Les tracés des périmètres de protection qui lui sont normalement associés ne sont pas disponibles, ils ne sont donc pas présentés dans le présent rapport.

Néanmoins, d’un point de vue général, ce type d’information est intéressant à considérer pour apprécier la protection relative d’un secteur donné en lien avec des protections mises en place pour l’AEP.

³ AEP = Alimentation en Eau Potable

Pour information, les principales caractéristiques réglementaires des différentes zones de protection des captages AEP sont :

- **Réglementation liée au périmètre de protection immédiate**

Un périmètre de protection immédiate délimite une zone où toute activité est strictement interdite et où aucun produit toxique ne peut être stocké.

Un périmètre de protection immédiate est très généralement de dimension réduite (quelques centaines de m² au plus), et concerne une section de terrain situé aux alentours proches du captage.

- **Réglementation liée au périmètre de protection rapprochée**

Un périmètre de protection rapprochée délimite une zone où toutes les activités potentiellement polluantes sont interdites ou soumises à une réglementation rigoureuse. Il peut s’agir de rejets, d’épandage (compost, produits phytosanitaires, boues de station d’épuration, ...), de zones de stockage (produits dangereux), de la construction et de la modification de voies de communication, d’exploitation de matériaux ou encore de la création ou de l’agrandissement de cimetières.

- **Réglementation liée au périmètre de protection éloignée**

L’établissement d’un périmètre de protection éloignée n’est pas obligatoire. Ce périmètre peut être mis en place pour limiter les activités pouvant polluer la ressource captée, grâce à une réglementation spécifique.

Dans un périmètre de protection éloignée, aucun projet ne peut être interdit mais tout projet doit prouver qu’il ne présente pas de risque environnemental pour les captages.

2.5.2. Au niveau des émergences

Les forages exploités à Evaux-les-Bains ne possèdent pas d’autorisation d’exploiter à proprement parlé. Le 19/04/1879, un arrêté ministériel a autorisé, pour une durée illimitée, l’exploitation de l’ensemble des émergences du site. Depuis cette date, aucun autre arrêté d’autorisation d’exploiter n’a été émis spécifiquement pour les forages exploités.

Les émergences d’Evaux-les-Bains ne disposent pas de Déclaration d’Intérêt Public⁴ (DIP), ni de périmètre de protection (DPP) associé.

⁴ Les dispositifs de Déclaration d’Intérêt Public (DIP) et de Déclaration de Périmètre de Protection (DPP) sont spécifiques à la réglementation des eaux minérales. Ils peuvent constituer un moyen utile pour renforcer la protection de secteurs jugés sensibles. La mise en œuvre de ces dispositifs est cependant complexe.

3. Apport spécifique du site « test » étudié au projet PRESCRIRE

3.1. NOTION D'APPORT SPECIFIQUE

Il convient de rappeler que le projet PRESCRIRE a pour objet d'apprécier les conditions de préservation de la qualité de la ressource en eau souterraine et de protection du gisement sur la base de l'analyse de plusieurs sites « test ». Le site d'EvauX-Les-Bains est un de ces sites « test ».

Pour chaque site « test » analysé, il a été retenu d'identifier un point fort spécifique, de manière à illustrer, à partir de l'exemple⁵, l'intérêt de réaliser telle ou telle investigation ou de mener telle ou telle action pour faire avancer la problématique.

Divers points forts ont émergé des réflexions entreprises entre les partenaires du projet PRESCRIRE (exploitants, institutions, collectivités, équipe de projet BRGM) et les experts thématiques du BRGM (géologue, structuraliste, géochimiste ...).

La connaissance, clé de la compréhension d'un système, concerne de multiples domaines. Les experts consultés ont permis d'apporter leur expérience (de recherche notamment) à la notion de caractérisation d'un contexte hydrogéologique dans son environnement (naturel et anthropique). Quelques points forts spécifiques ont ainsi, d'ors et déjà, été listés pour guider la démarche. On citera :

- analyse isotopique pour juger de la présence ou non d'éventuels mélanges entre eaux de durées de transit distinctes (eau ancienne et eau récente),
- étude de la caractérisation structurale d'un contexte local d'émergence pour apprécier l'extension relative d'un secteur d'émergence,
- analyses chimiques pour apprécier le transit en profondeur et les conditions d'acquisition de la minéralisation (contact eau/roche),
- étude cartographique géologique à l'échelle locale pour caractériser les différents faciès et pour relativiser le rôle des différents horizons,
- analyse en laboratoire d'échantillons de roches (microscope polarisant) pour caractériser la composition des roches et apprécier leur structure interne,

⁵ Chaque site « test » a contribué, d'un point de vue pratique, à la réflexion menée par le projet et, d'un point de vue financier, à la réalisation d'investigations complémentaires (sommaires et très ciblées) destinées à illustrer une composante spécifique de la notion de préservation et de protection.

- essais d’interférence entre ouvrages par approche numérique spécifique (diagnostic, modélisation des données numériques) pour apprécier la compartimentation hydrogéologique locale (géométrie, perméabilité, flux),
- analyse physico-chimique de détail (éléments traces) du fluide exploité et calage des résultats sur le fond géochimique régional pour juger de la présence ou non d’une anomalie géochimique (naturelle) locale,
- définition de la signature isotopique élémentaire d’une ressource locale pour disposer d’éléments d’appréciation quant au secteur de recharge du gisement,
- analyse de la perception sociétale de la (des) commune (s) impliquée (s) dans un secteur à protéger pour apprécier la nécessité relative de communiquer sur la notion de protection et sur les contraintes environnementales,
- étude d’un mode de communication / sensibilisation de l’environnement humain d’un site à protéger à l’aide d’un outil de vulgarisation (plaquette),
-

Cette liste, non exhaustive, ne constitue qu’une première énumération de points forts qui pourront, très probablement, être pris en compte dans le cadre de l’analyse des sites « test », selon les particularités locales.

3.2. APPORT SPECIFIQUE DU SITE D’EVAUX-LES-BAINS

Le partenariat établi avec le site « test » d’Evaux-Les-Bains s’est avéré tout particulièrement intéressant sur deux aspects distincts qui ont guidé les investigations complémentaires réalisées dans le cadre du projet.

L’apport spécifique du site a ainsi concerné :

- la géologie structurale à l’échelle locale et régionale dans un contexte géologique de socle à activité tectonique importante (en terme d’incidence sur la circulation des eaux souterraines) ;
- les isotopes stables de la molécule d’eau (H, O) pour chacun des deux forages d’eau minérale exploités.

3.3. DONNEES ACQUISES SUR LE SITE

3.3.1. Reconnaissance de terrain

Une visite de terrain a été réalisée les 21 et 22 septembre 2011. Elle a permis de consulter une documentation supplémentaire disponible sur le site qui concerne principalement les plans reconstitués des thermes romains et la répartition des sources qui se situent sous la dalle de béton romain. Elle met en évidence la complexité du réseau de fractures sur lequel se situent les sources, sans qu’il soit possible de reconstituer en détail ce réseau. Les affleurements disponibles sur le site ont été visités. En dehors du site, le filon de quartz d’Evaux-Les-Bains a été observé en divers points, au sud-est d’Evaux-les-Bains.

a) Observations sur le site

La plateforme romaine, destinée à abaisser le niveau des émergences, présente deux parements sur lesquels sont visibles les fractures qui appartiennent au réservoir superficiel hydrothermal et leur encaissant (Cf. illustrations 30 et 31). Nous considérons comme réservoir, l’ensemble des fractures de l’encaissant gneissique sur lesquelles se trouvent les émergences. Sa géométrie peut-être approchée par la mesure des fractures visibles sur les parements de la carrière de la plateforme. On note plus particulièrement deux réseaux : N15 subvertical et N115 subvertical.



Illustration 30 : Vue du parement sud de la plateforme romaine (Photo Brgm)



Illustration 31 : Vue du parement ouest de la plateforme romaine (Photo Brgm)

On constate que les fentes visibles sur la plateforme romaine et réputées comme étant à l’origine des sources, ne présentent généralement pas de quartz en remplissage.



Illustration 32 : Fracture subverticale du parement ouest de la plateforme romaine appartenant au réseau de fractures des sources (Photo Brgm)

On constate l’absence de fentes ouvertes à quartz sur les affleurements de bord de route à l’est de la plateforme.

En revanche, au sud immédiat de la plateforme romaine, sur le parking qui a fait l’objet du forage F4, on peut observer un réseau de fractures ouvertes (Cf. illustration 33).

Les fractures sont minéralisées en quartz pour l’orientation WNW-ESE. L’encaissant est constitué par le gneiss (schistosité N115 verticale, linéation à plongement de 17° vers le sud) (Cf. illustrations 34 et 35).



Illustration 33 : Fente à quartz ouverte sur le parking du forage F4 (Photo Brgm)

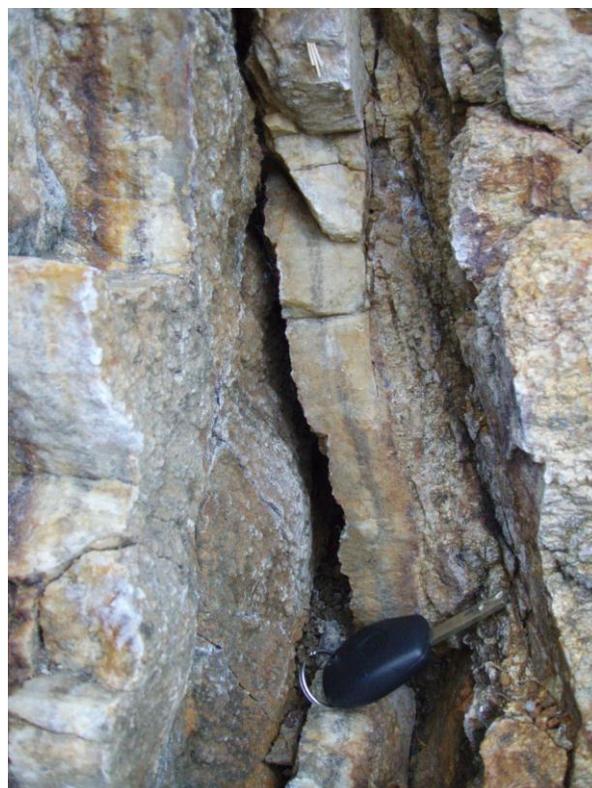


Illustration 34 : Détail du remplissage d’une fente à quartz ouverte sur le parking du forage F4 (Photo Brgm)



Illustration 35 : Gneiss à yeux de feldspath sur le parking du forage F4 (Photo Brgm)

Il est probable que les zones à quartz recoupées par les forages F1, F4 et F5 (dont les cuttings sont disponibles) correspondent à des structures identiques. Ce type de fractures correspondrait donc aux conduits hydrothermaux en profondeur.

b) Les cuttings des forages F1, F4 et F5

Les cuttings des forages conservés sur le site d’Evaux-Les-Bains montrent les différents faciès de roches présentes sur le site. On note principalement les gneiss altérés et argilisés dans les parties supérieures, les différents faciès de gneiss plus ou moins altérés et les zones à quartz (Cf. illustration 36).



Illustration 36 : Cuttings du forage F1 conservés à Evaux-les-Bains : mise en évidence d’un passage de quartz correspondant à une venue d’eau (Photo Brgm)

On note une excellente corrélation entre les venues d’eau et les zones à quartz dans les forages. Cette observation est à comparer aux observations des fractures en surface, au niveau des sources. Les émissaires ne sont pas actuellement observables à cause des infrastructures romaines ou plus récentes. Toutefois, des brèches minéralisées sont décrites dans divers documents. Il semble dès lors fort probable que les conduits majeurs et profonds soient des fractures à quartz de dimension plus ou moins importantes.

c) Observation hors du site

Le filon de quartz d’Evaux-Les-Bains a été observé en divers points au sud et au sud-est d’Evaux-les-Bains. Le premier affleurement se trouve à 140 m au S-SW de la plateforme romaine, derrière une maison qui se situe à l’entrée du site thermal (Cf. illustration 37). Il est composé en ce point de deux filons élémentaires de 1 m et de 50 cm d’épaisseur, séparés par 50 cm de gneiss. Sa nature bréchique est mise en évidence par des géodes terminales non cicatrisées par le quartz. L’affleurement a une orientation NS à N170, subvertical.



Illustration 37 : Filon de quartz d’Evaux-Les-Bains situé à l’entrée du site (Photo Brgm)

Le filon a également été observé sur le site de Roche d’Agoux où il se présente comme un filon bréchique (brèches hydrothermales) tardihercynien (Cf. illustrations 38 à 40).



Illustration 38 : Filon de quartz d’orientation NW-SE observé à la Roche d’Agoux (Photo Brgm)



Illustration 39 : Détail de la structure bréchique du filon de quartz de La Roche d’Agoux (Photo Brgm)



Illustration 40 : Mise en évidence des vides résiduels sur le filon de quartz de la Roche d’Agoux (Photo Brgm)

Il est à noter que les filons de quartz ne représentent pas des écrans pour les fluides hydrothermaux (comme noté sur diverses études du site d’Evaux-Les-Bains) mais des drains, voire un réservoir important, en fonction de sa taille, de son degré de fracturation et de son taux de vide résiduel.

La continuité de ce filon en surface n’est pas visible et il est difficile d’attester de sa continuité en profondeur. Plus au sud, sur la carte géologique de Montaigut-en-Combraille (Destieux, 1980), il se divise en divers filons subparallèles.

d) Le profil d’altération

Le site d’Evaux-les-Bains se situe sur un profil d’altération ancien (Cf. illustration 41).

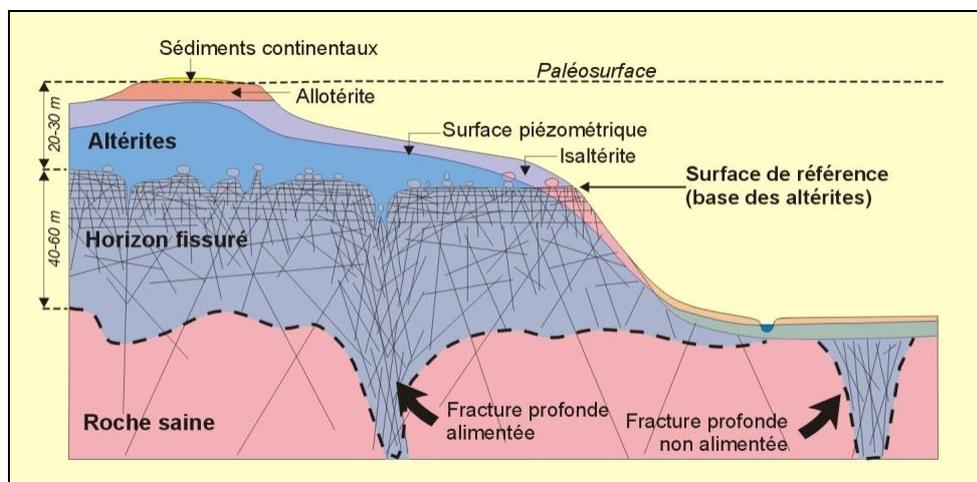


Illustration 41 : Modèle d’un profil d’altération en domaine de socle (Lachassagne et al., 2011)

Ce profil est composé d'une zone arénisée et argilisée en surface. Elle affleure largement entre la station et le village d'Evaux-Les-Bains. Il comprend en dessous une zone saprolithique qui affleure au sommet des falaises au niveau de la station. Un horizon fissuré constitue la base du profil.

Ce profil visible sur diverses falaises, constitue probablement la zone des émergences ainsi qu'une partie de la vallée de la Tardes. Ce profil a été tronqué par une érosion régressive du réseau hydrographique actuel et, localement, par les travaux des romains. Il est probable que ce profil d'altération épousait avant érosion la forme du vallon. Ainsi, la zone des émergences est probablement à cheval sur une partie moins fracturée, située au sud et une partie plus fracturée au nord. Cette répartition de la fracturation superficielle est importante en ce qui concerne les relations avec les eaux superficielles et, éventuellement, avec les risques de mélange qui pourraient induire une modification de la qualité de l'eau thermale.

e) *Le contexte tectonique actuel*

La région Limousin se situe actuellement dans un contexte d'activité tectonique faible. Toutefois, des mouvements de terrain, lents et progressifs, sont connus (Freytet et al., 1985, IPSN, 1993). Ils s'intègrent dans le contexte de surrection globale du Massif Central au cours des temps plio-quadernaires (IPSN 1993).

Les études de néotectonique et de sismotectonique, basées notamment sur des méthodes instrumentales, montrent que la région est actuellement soumise à un régime tectonique de compression dont l'orientation de la contrainte majeure est NNW-SSE (Cf. illustration 42).

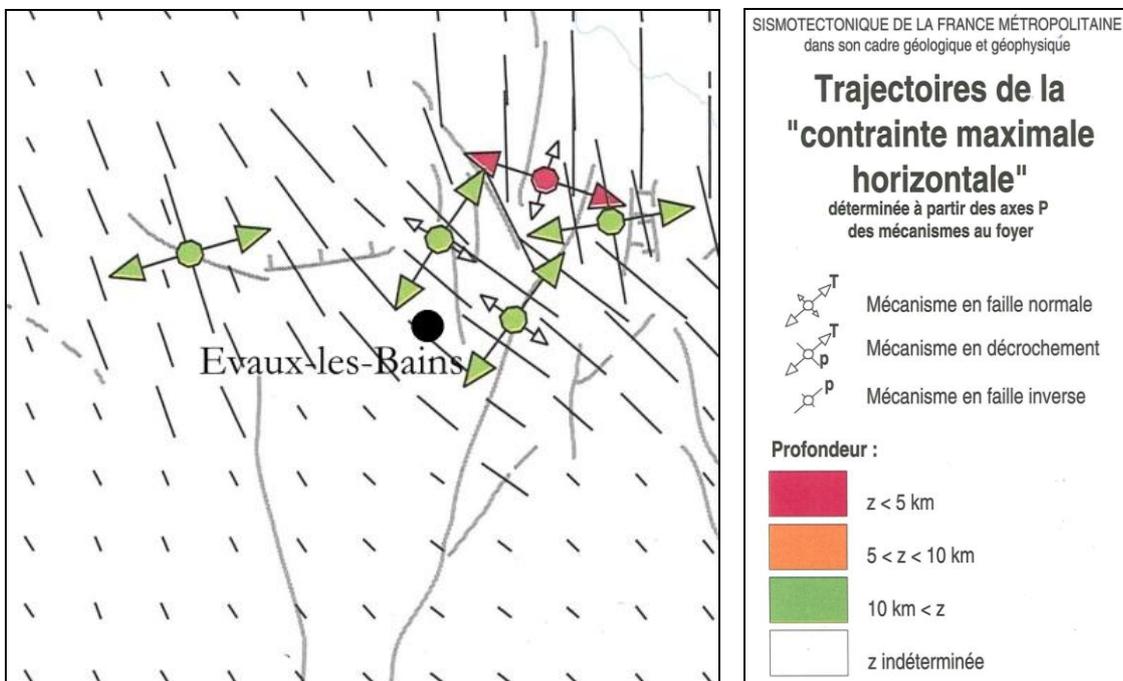


Illustration 42 : Contexte néotectonique du site d'Evaux-Les-Bains d'après les travaux IPSN 1993

L'illustration 43 montre cette direction de compression dans le contexte géologique du site d'Evau-les-Bains.

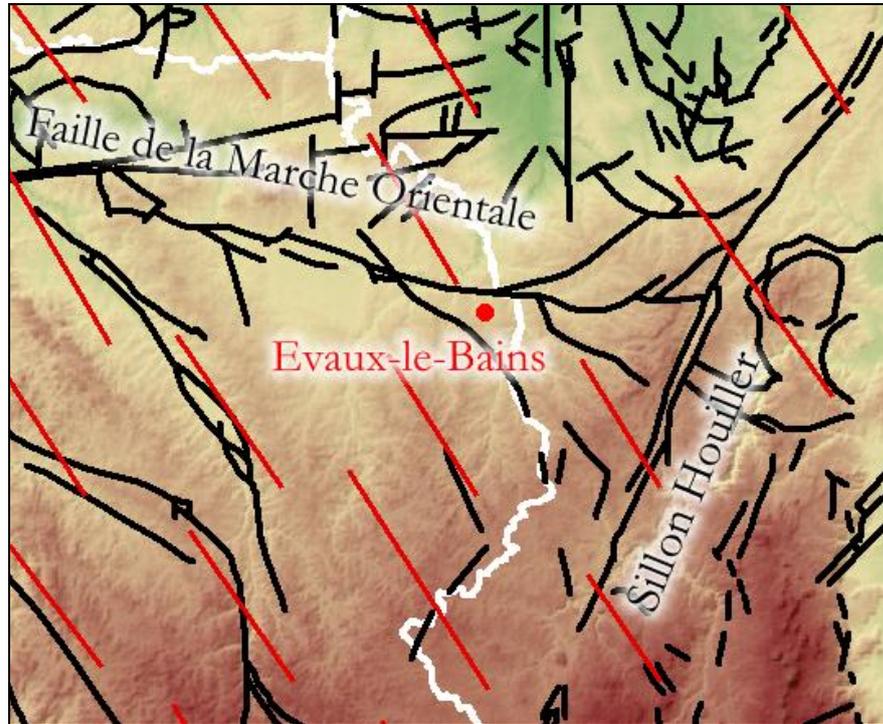


Illustration 43 : Trajectoire de la contrainte horizontale principale (traits rouges) autour du site d'Evau-les-Bains, d'après IPSN 1993

On constate que le filon de quartz d'Evau-les-Bains se situe dans l'axe tectonique de compression régionale. Cette position correspond à celle des fentes de tension dans le champ de déformation en domaine cassant. Il correspond aussi à l'axe d'ouverture maximale de ce contexte.

f) Conclusion partielle

En ce qui concerne les sources, on peut supposer que les émergences se font au profit de nombreuses fractures superficielles qui appartiennent à l'horizon fissuré du profil d'altération. Immédiatement en dessous du profil, la circulation de l'eau thermique se fait probablement dans un nombre plus restreints de conduits que sont les filons de quartz. Ces filons de quartz tardihercyniens, dont l'orientation mesurée en surface est N120, sont probablement des émanations du filon de quartz principal d'Evau-les-Bains qui se développe largement au sud du site sur une direction N140 à N170.

Le filon de quartz d'Evau-les-Bains correspond probablement à un ensemble de structures de direction globale NW-SE. Cette direction est la direction actuelle de la contrainte régionale majeure. Les filons sont donc en position de fente de tension dans le dispositif des contraintes actuelles, et constituent la direction d'ouverture principale et donc de circulation privilégiée pour les fluides profonds.

Pour illustrer le propos quant au contexte tectonique de la station d'Evau-les-Bains, un modèle simple de fonctionnement du dispositif hydrothermal (Cf. illustration 44), basé sur l'association de deux structures majeures, est proposé. La première est constituée par un accident profond du socle hercynien, le décrochement tardihercynien de la Marche Orientale, et les mylonites et cataclases qui lui sont associées. Le second est le filon de quartz d'Evau-les-Bains dans un domaine plus superficiel de la croûte.

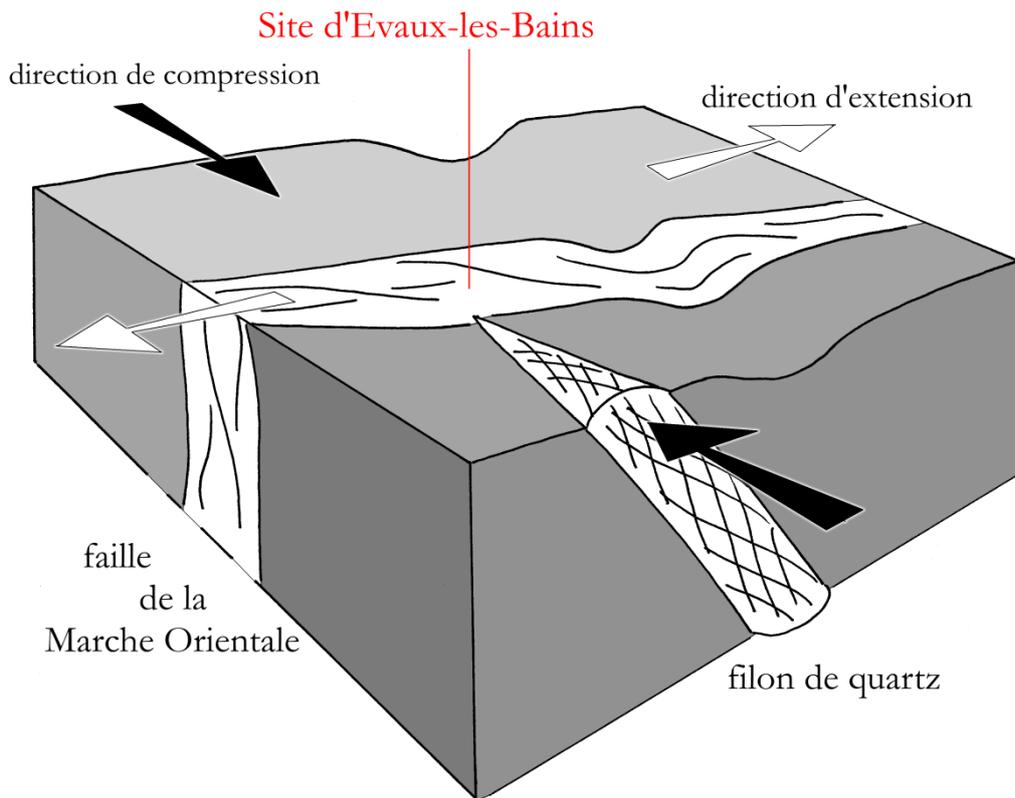


Illustration 44 : Modèle géométrique du dispositif structural d'Evau-les-Bains

Ce dispositif est analogue aux configurations tectoniques des sites hydrothermaux du Sud de la France, décrits dans la synthèse de Grillot et al. (Grillot et al. 1983).

Cette compréhension structurale des sources thermales d'Evau-les-Bains permet de mieux appréhender l'origine et le fonctionnement du dispositif hydrothermal, avec l'alimentation profonde par un faisceau de fractures WNW-ESE et un réservoir plus superficiel constitué par les filons de quartz de direction N150. Elle permet également une prévision de la protection de la ressource sur une géométrie plus adaptée à la répartition superficielle des structures géologiques et du profil d'altération.

3.3.2. Géochimie isotopique

a) Outils de la géochimie isotopique

- Les moyens de mesure des rapports isotopiques

Les isotopes d'un élément chimique sont mesurés à l'aide d'un **spectromètre de masse** qui produit des ions dans une source sous vide à partir d'un échantillon. Ces ions sont séparés selon leur rapport masse/charge par une combinaison de champs électromagnétiques incluant une accélération par un champ électrique et une séparation en masse par un champ magnétique. Ils sont enfin détectés et exprimés en fonction de leur abondance relative.

Les isotopes stables de la molécule d'eau sont mesurés avec des spectromètres de masse à source « gazeuse » (*IRMS* pour Isotope Ratio Mass Spectrometer),

Les **IRMS** (Cf. illustration 45) permettent de déterminer des rapports isotopiques en utilisant la technique hors ligne (c'est-à-dire préparation des échantillons sur une ligne séparée afin de les transformer en gaz), à double injection (pour mesurer en alternance l'échantillon et un standard de référence).

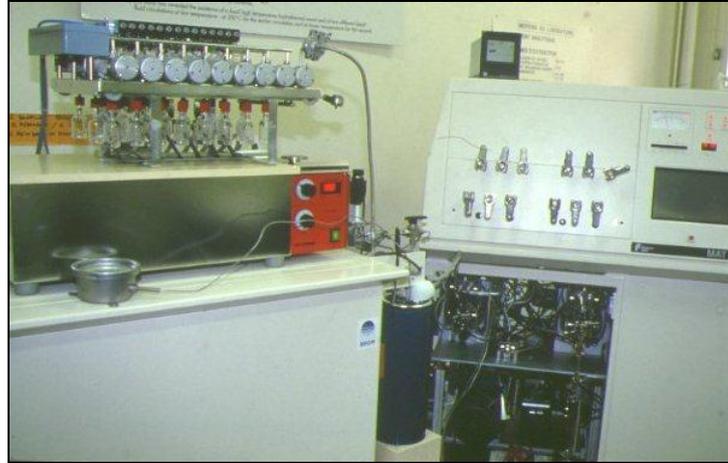


Illustration 45 : IRMS et ligne d'équilibrage (à gauche) pour l'analyse des isotopes stables de la molécule d'eau (O et H).

• Les isotopes stables de la molécule d'eau

Les isotopes stables de l'eau sont ceux de l'oxygène et de l'hydrogène. Les abondances des isotopes de l'oxygène montrent une dominance de l'isotope ^{16}O (99,762 %), suivi du ^{18}O (0,200 %) puis du ^{17}O (0,038 %). Les abondances des isotopes de l'hydrogène consistent en deux isotopes stables, ^1H et ^2H (aussi nommé Deutérium), avec une abondance respective d'environ 99,985 % et 0,015 %. Le rapport des isotopes de l'oxygène et de l'hydrogène est exprimé en unité delta de déviation par rapport à un standard de référence. Ils sont mesurés par IRMS. On utilise la notation δ exprimée en parties pour mille (‰) avec :

$$\delta = [(R_{\text{échantillon}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$$

où R est le rapport isotopique, isotope lourd sur isotope léger (e.g. $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$). Le standard de référence est le SMOW (Standard Mean Ocean Water) qui est une eau de mer moyenne (par définition à 0 ‰).

En l'absence d'évaporation ou d'échange avec des gaz dissous, les isotopes stables de la molécule d'eau se comportent comme des traceurs conservatifs et reflètent le mélange des différentes recharges ayant alimenté les eaux souterraines considérées.

Sous certaines conditions (faible rapport eau/roche, temps de résidence long, température élevée du réservoir, échange avec CO_2 , évaporation, ...), les interactions eau/roche peuvent modifier la composition isotopique initiale de l'eau (Cf. illustration 46).

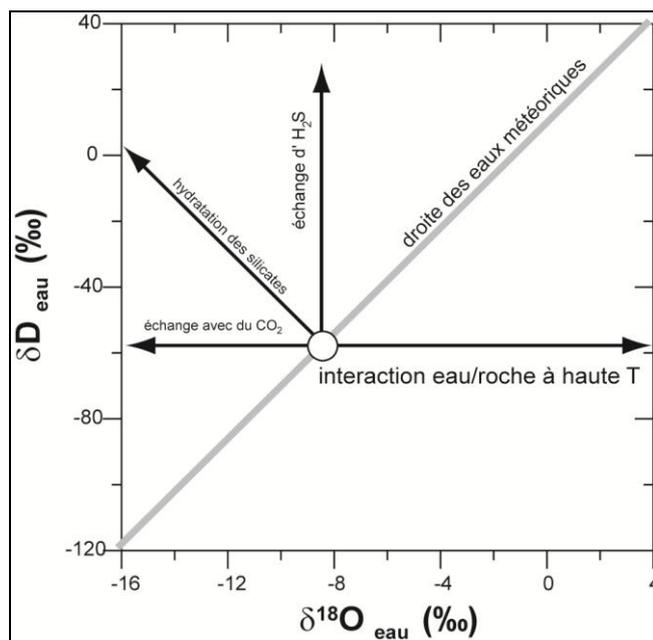


Illustration 46 : Processus naturels pouvant influencer les compositions en deutérium et en oxygène-18 des eaux souterraines (d’après Clark et Fritz, 1997).

b) Isotopes stables de la molécule d’eau (H, O) sur le site d’Evaux-les-Bains

• Les résultats

Les résultats des analyses isotopiques effectuées sur l’eau d’Evaux-les-Bains sont reportés dans le tableau de l’illustration 47 pour les isotopes stables de la molécule d’eau (^2H , ^{18}O).

	date échantillonnage	$\delta^2\text{H}$ (‰)	erreur	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	erreur
Forage César	14/10/2011	-58.9	0.8	-8.2	0.1
Forage Rocher	14/10/2011	-59.1	0.8	-8.2	0.1

Illustration 47 : Résultats des mesures isotopiques de l’eau d’Evaux-les-bains (forage César et forage Rocher).

• Interprétation des données acquises

Les données des isotopes stables de la molécule d’eau sont représentées graphiquement sur l’illustration 48 ($\delta^2\text{H}$ vs. $\delta^{18}\text{O}$) avec la droite mondiale des eaux météoriques ($\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$; Craig, 1961) et la droite locale ($\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 13.1$).

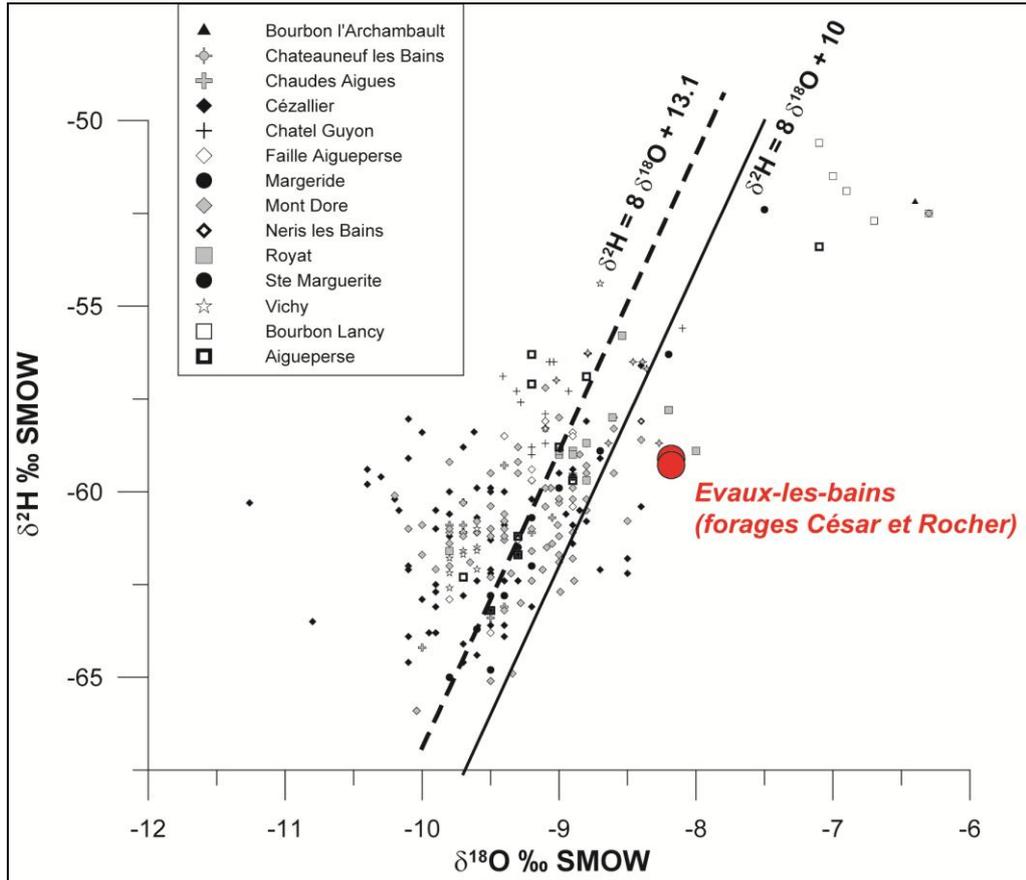


Illustration 48 : Diagramme $\delta^{18}\text{O}-\delta^2\text{H}$ dans les eaux thermo-minérales du Massif Central (synthèse de Négrel et al., 2004).

Les isotopes stables de la molécule d’eau ($\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$) du site d’Evaux-les-Bains montrent une signature qui se situe légèrement à droite de la droite mondiale des eaux météoriques (Cf. illustration 48). Cette signature isotopique est relativement proche de celle de l’eau de pluie moyenne du Massif Central qui est donnée avec un $\delta^2\text{H} = -62 \text{ ‰}$ et un $\delta^{18}\text{O} = -9 \text{ ‰}$ (Petelet-Giraud et al., 2005).

c) Conclusion partielle

Les deux points de prélèvement en date du 14 octobre 2011 (forage César et forage Rocher) possèdent des signatures isotopiques $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ identiques, compte tenu des incertitudes de mesure, avec une valeur moyenne de $-59,0 \text{ ‰}$ et $-8,2 \text{ ‰}$ respectivement pour $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$.

Le signal isotopique obtenu traduit, pour l’eau thermique d’Evaux-Les-Bains, une origine météorique (signature proche de l’eau de pluie moyenne) avec, cependant, un marquage géothermal significatif du fait de sa circulation en profondeur (Cf. décalage vers la droite des eaux mondiales).

Concernant l’altitude de recharge, il convient désormais de caler les analyses sur une droite de référence pour avancer dans la compréhension du système. Ceci pourrait orienter de prochaines investigations.

3.4. APPORT DU SITE « TEST » ETUDIE / RECOMMANDATIONS

L’étude du site « test » d’Evaux-Les-Bains permet d’illustrer les apports de deux techniques distinctes pour mieux caractériser la circulation des eaux souterraines dans un hydrosystème :

- l’analyse structurale détaillée en lien avec les déformations tectoniques ;
- l’analyse des isotopes stables de l’eau.

La connaissance géologique précise d’un site est une condition indispensable à la compréhension des phénomènes qui régissent un schéma hydrominéral et, par voie de conséquence, sa protection. Cette connaissance est à détailler avec plus ou moins de précision selon la géologie locale et selon les caractéristiques des fluides en cause.

L’exemple du site d’Evaux-Les-Bains montre d’une part qu’en contexte granitique la composante structurale est un élément significatif dans la définition du transit des eaux minérales. C’est en effet à la faveur des discontinuités du sous-sol (faille fracture) que se fait la circulation préférentielle des eaux. Une connaissance approfondie de la géologie structurale d’un site constitue ainsi une démarche pertinente pour mieux comprendre un site. Cette connaissance permet non seulement d’orienter de futures recherches d’eau mais également de mieux apprécier, de manière relative, la vulnérabilité locale d’un site exploité aux actions anthropiques.

L’exemple du site d’Evaux-Les-Bains montre d’autre part que l’analyse des isotopes stables de l’eau constitue une première étape dans la caractérisation de l’origine de l’eau. Cette étape n’est certes pas complète dans la mesure où, notamment, le secteur de l’impluvium et le mode d’acquisition de la minéralisation du fluide exploité ne sont connus qu’avec une précision toute relative.

Sur la base des données disponibles, il ressort de l’étude du site d’Evaux-Les-Bains, pour ce qui concerne la préservation de la qualité des eaux, que le site bénéficie d’une protection naturelle significative compte tenu d’un transit long et profond du fluide thermal et de la présence d’activités somme toute réduites dans le secteur des émergences.

Pour ce site, concernant la préservation de l’eau souterraine il est recommandé :

- de veiller à ce que les activités anthropiques (actuelles et futures) dans le secteur des émergences et principalement dans les zones fracturées proche du site thermal, ne constituent des sources de contamination du gisement ;
- d’œuvrer à une sensibilisation toujours plus grande des acteurs locaux (en lien avec la mairie, propriétaire du site) à la nécessité de conserver un environnement protégé pour garantir une exploitation de qualité, durable, de l’eau thermale.

4. Conclusion

L’étude du site « test » d’Evaux-Les-Bains réalisée dans le cadre du programme PRESCRIRE a permis de noter les différentes composantes qui caractérisent la préservation de la qualité des eaux minérales d’Evaux-Les-Bains et la protection du gisement.

Il ressort de l’analyse du site d’Evaux-Les-Bains les points essentiels suivants :

- le secteur amont du circuit hydrominéral (secteur de l’impluvium) n’est pas identifié avec précision et on ne dispose pas, en conséquence, que d’éléments supposés quant à sa protection relative ;
- le secteur des émergences répond aux objectifs de qualité des eaux minérales exploitées. La qualité de l’eau thermale exploitée est conforme aux exigences sanitaires en vigueur. Cette situation est probablement liée aux conditions d’exploitation spécifiques du site (prélèvement en artésianisme, sans surexploitation) et à un fluide thermal chaud dont le transit profond et de durée conséquente garantit une protection naturelle marquée ;
- le secteur des émergences est préservé par rapport aux activités anthropiques de la commune et de ses environs. La présence de zones fracturées assez étendues dans le secteur des émergences constitue, sans qu’un risque majeur n’ait été identifié, un point sensible si on considère la protection du système hydrothermal.

Au vu de ces éléments et compte tenu du contexte géologique particulier du site d’Evaux-Les-Bains, le programme PRESCRIRE a été orienté sur l’apport de l’analyse géologique structurale et de l’analyse des isotopes stables de l’eau pour compléter la connaissance locale et mieux qualifier ainsi le système hydrogéologique spécifique du site thermal d’Evaux-Les-Bains.

Ces analyses ont complété de manière significative la compréhension du contexte hydrogéologique local :

- la meilleure caractérisation structurale du secteur permet de mieux appréhender le mode de circulation du fluide thermal selon les axes de fracturation et de mieux appréhender les secteurs à ne pas négliger en matière de protection de la ressource ;
- les méthodes isotopiques utilisées ont permis quant à elles d’avoir accès à de premiers éléments pour la caractérisation de l’origine de l’eau.

Il est recommandé pour le site d’Evaux-Les-Bains de veiller à ce que les activités anthropiques dans le secteur des émergences ne constituent de futures sources de contamination du gisement.

En outre, comme pour la plupart des sites sensibles en matière de préservation de qualité des eaux souterraines, il est recommandé d’œuvrer à une sensibilisation toujours plus grande des acteurs locaux à la nécessité de conserver un environnement protégé pour garantir une exploitation de qualité, durable, de l’eau thermale.

Au-delà des considérations très spécifiques sur les notions de préservation de la qualité des eaux souterraines et de protection du gisement, il est recommandé, d’un point de vue plus général :

- de procéder à l’instrumentation des forages exploités⁶ pour assurer un suivi en continu de la ressource et disposer ainsi des informations utiles pour apprécier une évolution du système et anticiper sur d’éventuels désordres ;
- de procéder à la régularisation administrative des forages avec la délimitation des périmètres sanitaires d’urgences, voire d’un périmètre de protection établi au titre d’une Déclaration d’Intérêt Public⁷.

⁶ Les règles de l’art en matière d’instrumentation des ouvrages d’exploitation d’eau minérale sont la réalisation d’un plateau technique de suivi des paramètres physico-chimiques élémentaires (conductivité et température) et hydraulique (débit et pression) avec enregistrement des données.

⁷ La procédure de Déclaration d’Intérêt Public et de Déclaration de périmètre de Protection associé est une procédure lourde et difficile à mettre en œuvre. La mise en œuvre d’une telle procédure n’est généralement envisagée qu’après acquisition d’une connaissance approfondie d’un site. Elle peut être considérée comme un objectif à long terme pour un site mais doit être relativisée en terme de priorité.

Annexe 1

Eléments de bibliographie

BRGM (1972) : D'Arcy D. - Etude hydrogéologique du périmètre thermal d'Evau-les-Bains. Rapport N° 72 SGN 230 MCE, 20 pages.

Résumé : Ce rapport concerne une étude préliminaire à l'implantation de forages, destinés à remplacer les anciens captages du site d'Evau-les-Bains. Il se compose d'une première partie relative aux contextes géologique et tectonique de la région considérée, d'une seconde partie dédiée au circuit hydrothermal et aux caractéristiques des captages existants. Le dernier chapitre de ce rapport est réservé à l'analyse de l'eau thermale (propriétés et utilisations).

BRGM (1972) : D'Arcy D. - Station thermo-climatique d'Evau-les-Bains (Creuse) - Rapport définitif sur les travaux effectués à l'établissement thermal - B.R.G.M., Service Géologique région Massif Central, Service des eaux minérales et thermales, 10p.

BRGM (1980) : Destieux F. - Carte géologique au 1/50 000, feuille Montaigut-en-Combraille N° 644. Notice explicative 37 p.

BRGM (1981) : Vogt J. et Godefroy P. 1981 - Carte sismotectonique de la France à 1/1 000 000. Mémoire du BRGM n° 111, notice de 36p.

BRGM (1984) : Gros Y. – Etude structurale de l'environnement immédiat de la mine d'or du Châtelet (Creuse). Rapport N° 84 SGN 119 GEO, 14 pages.

BRGM (1987) : Alamy Z., Feuga B., Gros Y. Michaely B. et Pointet Th. - Premiers examens d'influences éventuelles de la création d'un barrage sur le Cher à Chambonchard (Allier) sur le régime des eaux de la station thermal d'Evau-les-Bains (Creuse). Rapport N° 87 SGN 193 AUV/EAU, 33 p.

BRGM (1991) : Hottin A. M. - Carte géologique au 1/50 000, feuille Evau-les-Bains N° 643. Notice explicative par A. M. Hottin 102 p.

BRGM (1996) : Carte géologique de la France au millionième.

Clark I.D., Fritz P. (1997) : Environmental isotopes in hydrogeology, Lewis Publishers, 328p.

Craig H. (1961): Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, 133, 1702.

Floch'h J.P. (2007) : Etablissement thermal d'Evau. Projet de forage F4 de reconnaissance et d'exploitation en vue d'augmenter la production d'eaux thermales. Avis hydrogéologique. 12 p.

Freytet P., Lerouge G., Quenardel J.M., Bogdanoff S., Bouvier P., Cohen-Julien M., Lemaire D., Rolin P. et Schmitt P. (1985) : Esquisse néotectonique des pays limousin, marchois, et bourbonnais (Nord du Massif Central français). – C. R. Acad. Sci., Paris, 301 (II-15), 1163-1168.

Grillot J.C., Bousquet J.C., Philip H. et Dazy J., (1983) : Hydrothermalisme carbonaté, radioactivité et sismotectonique ; exemple du Languedoc-Roussillon (France). Hydrogéologie, Géologie de l'ingénieur, vol. 4, pp. 313-320, 1 pl.

Géosol & Forage rationnel (1972) : Société foncière hôtelière et thermale à Evau-les-Bains (Creuse). Recaptage des sources : Rocher, César, Sainte-Marie. Rapport de fin de travaux (Etude N° 287/72).

IPSN (1993) : Sismotectonique de la France métropolitaine dans son cadre géologique et géophysique avec atlas de 23 cartes au 1 / 4 000ème et une carte au 1 / 1 000 000ème. Mémoires de la Société Géologique de France, 1993, n° 164, vol. 1 : 76 p., vol. 2 : 24 pl., 1 carte.

Négre Ph., Petelet-Giraud E., Serra H., Millot R., Kloppmann W. (2004) Caractéristiques hydrogéochimiques et isotopiques d'eaux thermo-minérales du Massif Central. Inventaire du potentiel géothermique de la Limagne (projet COPGEN). *Rapport BRGM/RP-53597-FR*, 173p.

Petelet-Giraud E., Casanova J., Chery L., Négre Ph., Buschaert S. (2005) Essai de caractérisation isotopique ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$) du signal météorique actuel à partir des lacs et réservoirs : application au quart sud-ouest de la France. *La Houille Blanche* n°2, p57-62.

Serapis (2007) : F. Mercier – Ville d'Evau-les-Bains (Creuse). Forages F4 et F5 réalisés en 2007 à Evau-les-Bains. Compte rendu de travaux. 20 p.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Limousin
ESTER - Technopole
BP 6932
87069 Limoges Cedex – France
Tél. : 05 55 35 27 86