RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

Géosciences pour une Terre durable
brgm

**Document à accès immédiat**

# Note d'opportunité sur la valorisation énergétique des eaux thermales de la commune de Rennes-les-Bains

## Rapport final

**BRGM/RP- 71410 -FR**
Version 3 du 19 janvier 2022

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

**Antoine VOIRAND, Maritxu SAPLAIROLES, Claudine LAMOTTE, Pierre-Etienne PRIVAT**

| **Vérificateur :** | | **Approbateur :** | |
|---|---|---|---|
| Nom : | Charles Maragna | Nom : | Ariane Blum |
| Fonction : | Ingénieur-Chercheur | Fonction : | Directrice régionale Occitanie |
| Date : | 21/12/2021 | Date : | 18/01/2022 |
| Signature : | | Signature : | |

**Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.**
**Contact :** qualite@brgm.fr

Ce rapport a été réalisé en partenariat avec :

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

# Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la règlementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

# Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire mis à votre disposition.

**Mots clés :**

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

**Antoine VOIRAND, Maritxu SAPLAIROLES, Claudine LAMOTTE, Pierre-Etienne PRIVAT** (2022) – Note d'opportunité sur la valorisation énergétique des eaux thermales de la commune de Rennes-les-Bains. Rapport final V3. BRGM/RP- 71410 -FR, 26 p.

© BRGM, 2022, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-21/09/2021

# Synthèse

La station de Rennes-les-Bains possède un patrimoine thermal riche et varié. Actuellement le forage *Yvroux*, ainsi que la source *Bains forts* sont exploités sur la commune. Le forage *Yvroux*, fourni un débit continu de 18 $m^3.h^{-1}$, entièrement destiné aux thermes. Cette eau n'est pas utilisée de mi-octobre à mi-avril, et est rejetée à la rivière au niveau des thermes. Les eaux de *Bains forts* sont utilisées pour alimenter la piscine du centre de l'espace Forme mais aussi pour réchauffer les eaux du forage *Yvroux* dont la température est trop basse pour un usage thermal (34°C). Le débit exploité au niveau des eaux de *Bains forts* est de 15 $m^3.h^{-1}$ cependant le débit maximal autorisé est de 27 $m^3.h^{-1}$.

Le potentiel de valorisation énergétique de la ressource thermale se concentre sur les sources *Bains Fort* et *Marie*, deux sources situées dans le centre du bourg qui possèdent des caractéristiques stables. Leur débit cumulé s'élève à 39 $m^3.h^{-1}$ pour une température comprise entre 40 et 42°C soit une puissance disponible de 226 kW pour un abaissement de la température initiale de 5°C.

Cette énergie pourrait être valorisée au niveau des bâtiments communaux tels que l'école et la mairie (hébergée dans le même bâtiment), la poste et la maison Sinègre. Au niveau des bâtiments privés les hôtels présents dans le centre du bourg pourraient être susceptibles de se raccorder à un futur réseau de chaleur. Cependant les températures comprises entre 30 et 40°C dans le réseau de chaleur nécessitent l'utilisation d'une PAC (Pompe A Chaleur) avec des fluides frigorigènes spéciaux. Ces PAC sont dimensionnées pour la récupération d'énergie sur process industriels, avec des puissances supérieures à plusieurs centaines de kilowatts. Plusieurs solutions sont envisageables pour valoriser la ressource disponible. 1) Répartir les moyens de production d'énergie dans chaque bâtiment. 2) Utiliser des chaudières dans un local de production pour surchauffer l'eau thermale à des températures comprises entre 60 et 80°C. 3) Utiliser l'eau thermale pour chauffer de l'eau claire en circuit fermé grâce à une pompe à chaleur de forte puissance. 4) Utiliser l'eau thermale pour préchauffer un réseau d'eau claire basse température (20°C) en boucle fermée.

En fonction de la solution retenue et afin de s'assurer de la viabilité économique du projet plusieurs études doivent être menées. L'analyse de la composition chimique actuelle de l'eau thermale issue des différentes sources, le suivi dynamique de la production et des températures *Bains Forts* et *Marie*, l'estimation des pertes possibles au niveau du captage et dans le réseau de chaleur, ainsi que l'étude de la réalisation du captage et des modifications des systèmes de chauffage de chaque bâtiment devrait permettre une prise de décision étayée. Ces études pourront être confiées à un bureau d'études Thermique et Fluide.

# Sommaire

1. Présentation ..... 7

2. Hydrogéologie de la ressource thermale ..... 8
2.1. Contexte hydrogéologique ..... 8
2.2. Ouvrages recensés captant la ressource ..... 10

3. Utilisation actuelle de la ressource thermale ..... 13

4. Estimation du reliquat énergétique ..... 14

5. Valorisation future potentielle ..... 15
5.1. Bâtiments communaux ..... 15
5.2. Bâtiments privées ..... 16
5.3. Réseau de chaleur alimenté par Bains Forts et Marie ..... 16

6. Recommandations techniques ..... 20
6.1. Etudes ..... 20
6.2. Travaux ..... 20

7. Recommandations administratives et financières ..... 21
7.1. Financement d'étude de faisabilité ..... 22
7.2. Financement d'installations géothermiques de surface pour la production de chaleur 23
7.3. Financement d'investissements de réseaux de chaleur ..... 24
7.4. Financement d'installations de boucles d'eau tempérées géothermiques de production de chaleur et de froid ..... 24

8. Bibliographie ..... 26

## Liste des figures

Figure 1 : Carte d'affleurement des calcaires dévoniens (vert) et position de la coupe AB présentée par la Figure 2 (Extrait document M. Yvroux) ..... 8

Figure 2 : Coupe géologique interprétative N.NE – S.SW des circulations d'eau thermale..... 9

Figure 3 : Carte de situation des émergences d'eau thermale de Rennes-Les-Bains..... 10

Figure 4 : Source Bains Forts et salle de pompage..... 12

Figure 5 : Historique des consommations d'électricité du bâtiment de la mairie et de l'école. ... 16

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques élémentaires des sources thermales ..... 11

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des différentes solutions ..... 19

Tableau 3 : Composants à prévoir pour chaque solution. ..... 19

Tableau 4 Coûts éligibles spécifiques à la boucle d'eau tempérée (extrait des conditions d'éligibilité et de financement, boucles d'eau tempérée géothermiques, ADEME 2021)..... 25

# 1. Présentation

Rennes-les-Bains est une commune de 200 habitants environ située dans le département de l'Aude, en région Occitanie. Elle est la seule station thermale de l'Aude en activité.

Les bains thermaux de Rennes sont connus depuis l'époque romaine. Aujourd'hui, les sources thermales sont exploitées par le la société Santé Action, grâce à un bail emphytéotique de la mairie. Les thermes sont fermés en hiver et les sources produisent potentiellement plusieurs centaines de mètres cubes par jour à des températures comprises entre 35 et 45°C.

La ressource énergétique d'origine thermale est donc très importante, pouvant s'élever à plusieurs dizaines de kilowatts de puissance possiblement disponible en continue et relativement facilement exploitable. De plus, la commune affiche une volonté forte et proactive sur ce sujet de l'exploitation énergétique du gisement thermal disponible.

C'est pourquoi une 1ère étape du projet Valeautherm mené par le BRGM et soutenu par l'ADEME a identifié, parmi l'ensemble des sites thermaux de la région Occitanie, Rennes-les-Bains comme sujet de la réalisation d'une note d'opportunité sur la valorisation énergétique des ressources thermales de la commune (rapport BRGM RP-71377-FR).

Cette note commence par un état des lieux de la ressource, de son utilisation actuelle, et des reliquats. Elle s'attachera ensuite à proposer certaines pistes d'utilisation de ces reliquats qui pourraient être suivies de manière réaliste à court ou moyen terme. Des recommandations seront finalement émises sur la réalisation technique de ces propositions, ainsi que sur les démarches administratives à mener et les éventuels dispositifs d'aides pouvant être actionnés.

# 2. Hydrogéologie de la ressource thermale

Cette partie s'appuie sur le rapport BRGM/RP-58623-FR (Juillet 2010).

## 2.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Le secteur de Rennes-les-Bains est situé dans l'avant-pays sous-pyrénéen, à l'extrémité Sud-Ouest du massif du Mouthoumet. L'étude de l'origine des eaux thermales de la région a été menée par plusieurs auteurs, J.P. Faillat (1970), A. Kuhfuss (1981), A. Bouchaala (1991), J.L.Valat (1971), M. Yvroux (1994, 2003) et conduisent au schéma décrit en Figure 1 et Figure 2.

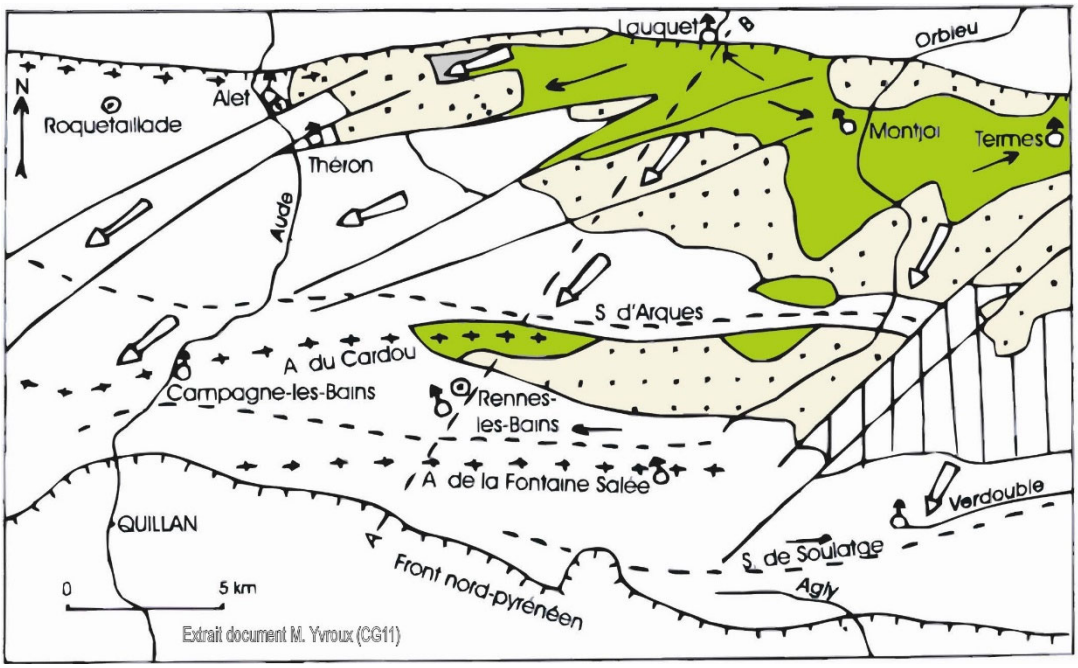


*Figure 1 : Carte d'affleurement des calcaires dévoniens (vert) et position de la coupe AB présentée par la Figure 2 (Extrait document M. Yvroux)*

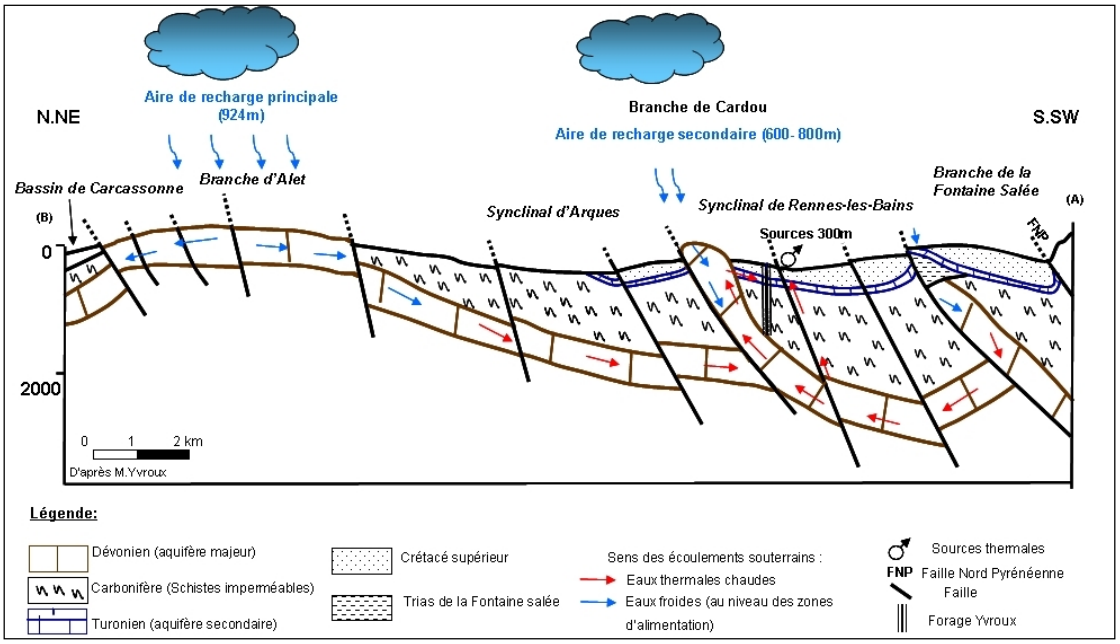


*Figure 2 : Coupe géologique interprétative N.NE – S.SW des circulations d'eau thermale*

Ces diverses études confirment l'existence d'un complexe associant deux aquifères :

- Un aquifère majeur (Calcaires du Dévonien) au niveau des formations paléozoïques (Dévonien et Carbonifère). Les eaux qui alimentent cet aquifère s'infiltrent, a priori, au niveau du massif de Mouthoumet, plus précisément dans le nord-ouest de la branche de Cardou ;
- Un aquifère intermédiaire dans les formations calcaires du Turonien qui joue le rôle de relais pour les arrivées d'eaux chaudes profondes ascendantes. Le niveau de base de ces formations du Crétacé est formé par des séries imperméables datant du carbonifère (généralement des schistes) sous lesquelles sont situés les calcaires et dolomies du Dévonien.

L'aquifère profond des calcaires du Dévonien affleure à des altitudes supérieures (environ 1000 m) à celles des émergences de Rennes-Les-Bains (environ 300 m).

Au niveau de Rennes-Les-Bains, l'aquifère intermédiaire des calcaires du Turonien (Crétacé supérieur) se situe à une profondeur d'environ 200 m alors que l'aquifère majeur se situe à des profondeurs de l'ordre de 1000 m. Cette épaisseur de formation de 1000 m correspond à l'épaisseur des schistes carbonifères. Eu égard à la température de l'eau (supérieure à 40°C) et à la structure géologique, le réseau d'eau géothermale est l'aquifère du Dévonien.

La tectonique dans la région de Rennes-Les-Bains témoigne une forte karstification pour les terrains du Dévonien sur le massif de Mouthoumet et une schistosité pour les terrains du Carbonifère. Le système karstique favorise l'infiltration des eaux qui se piègent en profondeur sous les schistes imperméables du carbonifère. Les eaux remontent ensuite vers la surface à travers un ensemble de failles verticales qui affectent les couches supérieures jouant le rôle de drains.

## 2.2. OUVRAGES RECENSES CAPTANT LA RESSOURCE

La station de Rennes-les-bains possède un patrimoine thermal riche et varié. Plusieurs types d'émergences thermales peuvent être identifiées, selon qu'elles sont ou non reconnues pour leurs vertus thérapeutiques. Les Annales des Mines de 1998, qui ont fait l'inventaire des sources en mai 1998, ont identifié 3 sources à Rennes-Les-Bains (« Bains de la Reine », « Bains forts » et « Marie »). Outre ces 3 sources, on distingue 3 autres sources d'intérêt « thermal » sur le secteur (« Gieulles », « Bains Doux » et « Pontet »).

La carte de la Figure 3 permet de visualiser la situation relative de ces différentes émergences d'eau thermale de la commune. La dernière ressource exploitée est le forage « Yvroux ».

Deux des émergences thermales sont naturelles (et chaudes), elles sont situées dans le thalweg de la vallée de la Sals, au niveau des calcaires noduleux et fissurés du Crétacé supérieur (Turonien). Il s'agit des deux sources « Bains Forts » et « Bains de la Reine ».

Deux autres émergences sont des puits situés en rive gauche de la Sals. Ils ont été exploités par pompage à une certaine époque. Il s'agit des sources « Gieulles » et « Marie ».

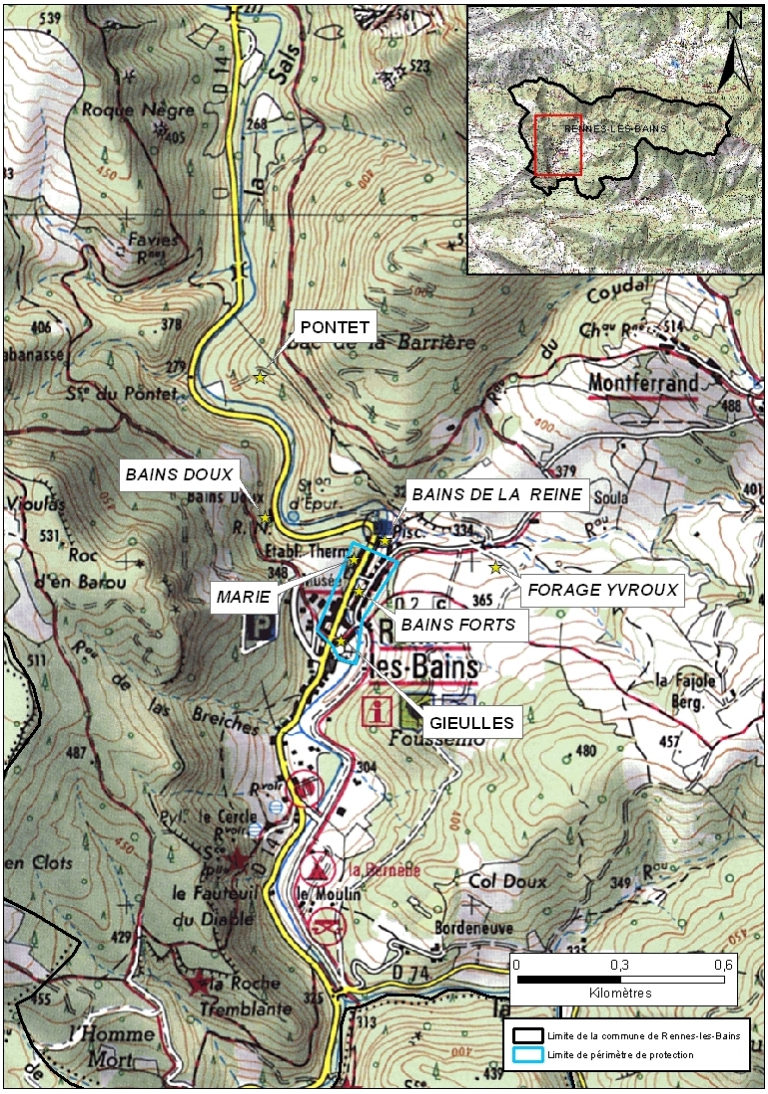


*Figure 3 : Carte de situation des émergences d'eau thermale de Rennes-Les-Bains*

Vers le nord enfin, on distingue deux émergences naturelles singulières, la source des « Bains doux » et la source « du Pontet ».

Le forage « Yvroux » a été réalisé légèrement à l'écart des émergences naturelles et de l'axe de la vallée. Il se situe au-dessus du village.

Selon les sources, les anomalies de températures sont plus en moins marquées au niveau des 7 émergences inventoriées (dont le forage « Yvroux »). Le débit global de ces émergences est estimé à environ 50m$^3$/h.

Dans le détail, les caractéristiques principales des 7 émergences identifiées sont résumées par le Tableau 1.

| Nom de la source | Type d'ouvrage | N° BSS | Coord. Lambert X (m) | Coord. Lambert Y (m) | Altitude (m) | Temp. (° C) | Débit (m3/h) | Conduct. (µS/cm) | Autorisation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bains Forts** | source aménagée | 10776X0004 | 598680 | 3068920 | 300 | 43.8 | 26 | 730 | 03/09/1885 + DIP |
| **Bains de la Reine** | source aménagée | 10776X0006 | 598750 | 3069050 | 310 | 42 | 9.5 | 671 | 03/09/1885 |
| **Marie** | puits | 10776X0005 | 598650 | 3068980 | 300 | 39.6 | 12 | 699 | 28/12/1888 + DIP |
| **Bains doux** | source | 10776X0003 | 598410 | 3069120 | - - | 23 - 37 | 18 - 36 | - - - | - - - |
| **Gieulles** | puits | 10776X0036 | 598630 | 3068770 | 299 | 43 | 4 | - - - | - - - |
| **Pontet** | source | 10776X0037 | 598172 | 3069507 | 280 | 14 à 18 | - - | - - - | - - - |
| **Yvroux** | forage | 10776X0025 | 599070 | 3068990 | 344 | 33 | 40 | 708 | 03/05/2006 |

*Données "Annales des Mines 1998" pour les ouvrages identifiés par l'inventaire*

*Tableau 1 : Caractéristiques élémentaires des sources thermales*

Pour ces différentes émergences, les renseignements importants à signaler pour ce qui est de la ressource sont les suivants :

***Bains Forts :***

Située en rive droite du ruisseau de Sals, la source « Bains Forts » a l'eau la plus chaude des émergences locales, avec une température qui varie entre 41 et 46°C. Les différences de température mesurées sont probablement liées à des mélanges variables au cours du temps entre eau chaude profonde et eau froide de surface.

La source Bains Forts est assez vulnérable. Lors de passage de fortes crues de la Sals, l'eau envahit les installations : ceci a pour conséquence le mélange entre l'eau thermale et des eaux superficielles de qualité sanitaire non conforme.

Les caractéristiques techniques de la source aménagée ont été décrites par J.P. Bousquet[1] : les différents griffons constituants Bains forts ont été raccordés à un bassin de captage constitué par un puits de 1 m de diamètre dans sa partie haute sur une hauteur de 2,45 m, et de 0,5 m de diamètre dans sa partie basse sur une hauteur de 1,15 m. La margelle du puits est de 0,80 m par rapport au sol de la salle de pompage (Figure 4). L'accès à cette salle s'effectue à partir d'un escalier situé à l'arrière des anciens thermes Romains, transformés en hôtel-restaurant.

[1] Avis hydrogéologique relatif à la protection des sources Gieulles et Bains-Forts – Jean-Paul Bousquet – Mai 2006.

*Figure 4 : Source Bains Forts et salle de pompage*

***Bains de la Reine :***

La source Bains de la Reine, située dans le centre de remise en forme servait autrefois à l'alimentation des thermes Romains ainsi qu'au chauffage de l'établissement thermal. Lors de fortes pluies, il a été constaté que le débit de la source Bains de la Reine n'était pas stable à cause d'infiltrations autour du griffon. Depuis, un nouveau bassin a été réalisé lors des travaux de la nouvelle piscine, il est cimenté sur tout le pourtour de l'émergence. La source Bains de la Reine n'est plus exploitée actuellement.

***Marie :***

La source Marie est un puits creusé par Marie Gastilleur en 1886 pour alimenter l'établissement thermal. Il est situé à 15 m de profondeur dans le sous-sol de la villa Marie. A l'arrêt du pompage, son niveau piézométrique reste stable même pendant les fortes pluies locales. Cette observation semble indiquer une origine de l'eau plus profonde que les eaux du système karstique du Crétacé. Il a été noté que les pompages réalisés dans le puits Marie tarissaient la source Bains de la Reine. La source Marie n'est plus exploitée actuellement. Son débit est de 12 m3/h d'après les données figurant dans les Annales des Mines de 1998.

***Bains Doux :***

Située à quelques centaines de mètres en aval de Rennes-Les-Bains sur la rive gauche de la Sals, la source Bains Doux est caractérisée par des débits qui varient tout au long de l'année. L'eau est captée dans un bassin de 1 $m^2$ et de 1.5 m de profondeur.

L'anomalie de température par rapport aux sources froides ainsi que des valeurs de CO2 notables font la particularité de cette source. Des variations de composition physico-chimique ont pu être observées dans le temps. Plus les eaux deviennent chaudes, en période d'étiage de la rivière, plus elles se rapprochent de la composition chimique des sources du pôle thermal.

Ces observations laissent penser que la qualité de l'eau de Bains Doux est influencée par des infiltrations d'eaux froides superficielles du crétacé supérieur.

Un établissement thermal a été construit jadis sur l'emplacement de cette source Bains Doux. Aujourd'hui, il est totalement abandonné.

***Gieulles :***

Le puits Gieulles est implanté en rive gauche du ruisseau de la Sals. Il fut creusé par Gieulles en 1893 dans la villa Marguerite pour alimenter la piscine de centre du Bassin de la Reine. Il n'a été exploité que pendant une courte période. Il n'est plus utilisé à l'heure actuelle.

Le puits Gieulles de 0.6 m de diamètre et de 5 m de profondeur se situe en fait au centre et en fond d'un autre puits de plus grand diamètre (1.5 m), ouvert à partir d'une grande excavation creusée dans des formations marno-calcaires. Le puits Gieulles capte ainsi des eaux chaudes à environ une dizaine de mètres sous le niveau de la rue. Ces eaux se mélangent avec des eaux froides captées moins profondément.

L'eau thermale apparaît donc au milieu de la nappe calcaire du Crétacé. Le niveau statique de celle-ci est variable en fonction du débit (et donc du niveau) de la Sals. Les eaux chaudes du puits Gieulles présentent les mêmes caractéristiques physico-chimiques que les sources thermales inventoriées. Le puits Gieulles est donc une émergence de l'aquifère thermal profond.

***Pontet :***

La source de Pontet est située en aval de Rennes-les-Bains à 600m au Nord-Ouest du centre du village, au niveau des grès du flanc sud de la branche de Cardou (Turonien inférieur). Elle comporte trois griffons principaux avec des températures décroissantes de : 18,5, 16 et 14°C. Ces valeurs restent anormalement élevées par rapport à la température des eaux superficielles locales (10 à 12°C). Ces observations montrent que les eaux de la source de Pontet sont en relation avec l'aquifère thermal.

***Yvroux :***

La crue du 26 sept. 1992, qui a emporté ou détruit les ouvrages de protection des émergences captées jusque-là, a été un facteur déterminant pour décider de recapter en profondeur l'eau thermale par forage. Réalisé en 1994 à 350 mètres environ à l'Est de la station, en bordure du chemin qui mène au hameau de Montferrand, le forage Yvroux a atteint la profondeur de 1460 m.

Deux aquifères ont été rencontrés au cours de la réalisation du forage Yvroux :

- **Aquifère froid**, dans les grès calcaires karstifiés du Turonien, entre 82 et 88 m de profondeur (temp. 13,5 °C, conductivité 500 µS/cm, débit en foration 200 $m^3$/h). Cet aquifère est captif. Le niveau piézométrique s'établit à 15 m de profondeur, il correspond aux importantes circulations qui se font dans les terrains crétacés du synclinal de Rennes-les-Bains, indépendamment des circulations superficielles.
- **Aquifère thermal**, dans les calcaires du Dévonien, à partir de 1283 mètres de profondeur (temp. à 1451 m 34.5 °C, conductivité 800 µS/cm, débit exploitable 40 $m^3$/h). L'eau de l'aquifère thermal a une composition chimique similaire à celle des sources « anciennes ».

# 3. Utilisation actuelle de la ressource thermale

Un bail emphytéotique a été passé avec la mairie de Rennes par la SARL Thermes de Rennes-les-Bains pour l'exploitation du forage *Yvroux*, ainsi que les sources *Bains forts* et *Gieulles*.

Concernant *Gieulles,* cette source n'est actuellement pas exploitée. Son débit est relativement faible, et surtout instable (cf. § 2.2).

Concernant les eaux de *Bains forts,* elles sont utilisées par la société des thermes de Rennes-les-Bains pour :

- L'alimentation de la piscine du centre de l'espace Forme après traitement par filtre à sable et chloration. L'alimentation du centre se fait en continu, sans dispositif de refroidissement ;
- le réchauffage des eaux du forage thermal *Yvroux* dont la température est trop basse (34°C) pour l'usage thermal. Le réchauffage s'effectue à l'aide d'un échangeur à plaque installé en sous-sol de l'établissement thermal. A partir de mi-octobre, à la fermeture de l'établissement, les pompes assurant le transfert de l'eau thermale de la source aux thermes sont arrêtées, et celle-ci s'écoule naturellement dans la rivière. Il ne fonctionne que sur la période de Mai à Novembre.
- Le puits des *Bains Forts* est équipé de deux pompes de débit unitaire 13 $m^3$/h. Les pompes sont reliées à 5 cuves en PEHD de 10 $m^3$ chacune, placées à proximité du puits. Les eaux stockées rejoignent les thermes et la piscine par une conduite qui longe la vallée.

Le débit exploité au niveau de la source *Bains Forts* est de Q= 15 $m^3$/h, sachant que le débit théorique à ne pas dépasser pour maintenir un niveau dans l'ouvrage au-dessus de la côte de l'eau dans la rivière est de Q= 27$m^3$/h. L'influence sur *Bains Forts* de pompages réalisés sur le puits voisin de *Gieulles* a été notée, elle traduit la connexion hydraulique qui existe entre les différents ouvrages du secteur.

Le puisage est continu dans le forage *Yvroux*, à un débit de 18 $m^3$/h, et ce volume est entièrement amené aux thermes via le pont de Montferrand. Cette eau n'est pas utilisée de mi-octobre à mi-avril, et rejetée à la rivière au niveau des thermes.

Les autres sources, propriétés de la mairie et libres de droits d'exploitation, ne sont pas captées aujourd'hui.

# 4. Estimation du reliquat énergétique

Les deux sources les plus intéressantes en terme de quantité d'énergie disponible, d'emplacement, et de stabilité de la ressource, semblent être *Bains Forts* et *Marie*. Ces deux sources sont situées au centre du bourg, entre 300 et 400 mètres de distance des bâtiments de la mairie. Le débit cumulé s'élève à 27+12 soit 39 $m^3$/h à une température moyenne de 40 à 42°C, ce qui représente, exploité dans un échangeur avec une différence de température de 5°C, une puissance disponible allant jusqu'à 226 kW (cette valeur doit être cependant affinée en mesurant le débit de la source Marie). Même si une partie du débit est utilisé par les thermes entre mi-avril et mi-octobre, les besoins en eau chaude sanitaire et en chauffage sur cette période pourraient être couverts par le reliquat de débit de *Bains Forts* et surtout par *Marie*, jusqu'à des puissances avoisinant 140 kW. Il sera cependant nécessaire de prévoir une réfection du puits de la source *Marie*.

L'eau du forage *Yvroux* étant entièrement amenée aux thermes, qui en ont l'usage une grande partie de l'année, et ayant de surcroit une température relativement basse (33°C) par rapport aux autres sources, sa récupération énergétique ne présente pas un intérêt suffisant pour justifier les investissements qu'il serait nécessaire de faire, au moins avant d'avoir mis en place les installations nécessaires pour exploiter les sources *Bains Forts* et *Marie*. Au vu des niveaux de

température potentiellement fluctuants et faibles, il est nécessaire, avant de se lancer dans un projet de récupération d'énergie, d'avoir une connaissance précise des reliquats à la sortie des thermes. A cette fin, l'installation d'un capteur d'énergie relevant toutes les heures ou demi-heure le débit et la température de l'eau thermale au niveau de l'évacuation est fortement conseillée, en plus du suivi déjà fait au niveau du forage.

La source des *bains de la Reine* émerge directement dans la rivière, son captage n'est donc pas aisé. *Bains doux*, qui est la source anciennement utilisée par les romains, est aujourd'hui à l'extérieur du bourg, et souffre de fluctuation dans son débit comme dans sa température, en particulier lors des épisodes de fortes pluies, tout comme *Pontet*, située loin du bourg et ayant une faible température. Enfin *Gieulles* a un débit relativement faible, instable, et fait l'objet d'un bail emphytéotique avec la société des thermes. En l'état, ces trois sources sont difficilement exploitables.

# 5. Valorisation future potentielle

## 5.1. BATIMENTS COMMUNAUX

La mairie et l'école du village sont hébergés par un même bâtiment de 180 m² au sol environ, actuellement chauffé à l'électricité. Une salle de réunion se trouve au sous-sol, et l'étage était jusque-là peu utilisé, en particulier à cause des difficultés de chauffage. En l'état, le bâtiment consomme, au vu des relevés présentés dans la Figure 5, entre 40 et 50 MWh/an, dont au moins 25 à 30 MWh peuvent être imputés au chauffage. Des fenêtres double-vitrage sont en cours d'installation. La poste du village est située dans un petit bâtiment, lui aussi chauffé à l'électricité, consommant jusqu'à 10 MWh/an.

Ces deux bâtiments sont situés sur la route principale du village, à 350 mètres environ de la source *Marie*. Un autre bâtiment communal, la maison Sinègre, se situe sur la même rue, à proximité de la mairie, et doit être prochainement rénové pour abriter un centre culturel.

En considérant un coefficient de déperdition volumique de 0,65 $W.m^{-3}.°C^{-1}$ (norme RT2005), et une température de base de -6°C, on peut estimer la puissance maximum pouvant être appelée au cours de l'année à 20 kW pour la mairie et l'école, 3 kW pour la Poste et 7,2 kW pour la maison Sinègre, soit un total de 30,2 kW à couvrir au plus fort de l'hiver pour les bâtiments municipaux. Ces valeurs sont cohérentes avec les valeurs de puissance souscrites au fournisseur d'électricité : 24 kVA pour la mairie, et 6 kVA pour la poste.

Les valeurs de puissance consommée en chauffage données ci-dessus sont indicatives. Le Syaden, syndicat audois d'énergie, effectue actuellement une étude plus poussée de ces bâtiments qui pourrait permettre d'affiner ces estimations.

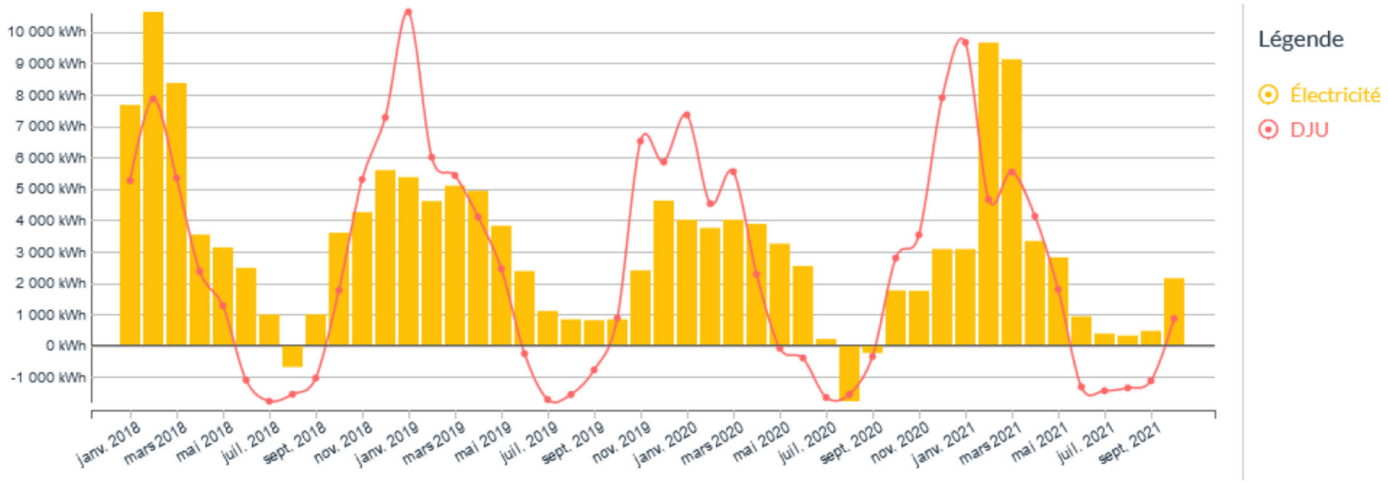


*Figure 5 : Historique des consommations d'électricité du bâtiment de la mairie et de l'école.*

## 5.2. BATIMENTS PRIVES

Un certain nombre de bâtiments privés sont susceptibles d'être raccordés à un futur réseau de chaleur, en particulier les hôtels présents dans le centre bourg. En préalable de son raccordement, chaque bâtiment devra faire l'objet d'un audit énergétique en vue de caractériser la puissance thermique maximale susceptible d'être appelée par le bâtiment, et les éventuels travaux de rénovation thermique (isolation, changement des émetteurs, …) à effectuer pour assurer un bon fonctionnement du système de chauffage.

La somme des puissances maximales de l'ensemble, hors bâtiments communaux vus ci-dessus, ne devra cependant pas dépasser 200 kW, en supposant que le pic de puissance se trouvera en dehors de la période d'ouverture des thermes.

## 5.3. RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR BAINS FORTS ET MARIE

La ressource énergétique issue des sources *Bains Forts* et *Marie* est largement suffisante pour envisager la possibilité de l'installation d'un réseau de chaleur dans le bourg de Rennes-les-Bains. Cependant, à cause des pertes au niveau du captage et lors du transport de l'eau thermale, il est nécessaire d'anticiper des températures en entrée de bâtiment inférieures à 40°C, voire inférieures à 35°C, ce qui rend l'exploitation des calories compliquée.

Des travaux de réfection de la voirie sont prévus pour débuter au deuxième trimestre 2022, il serait ainsi possible d'en profiter pour installer une canalisation isolée allant des sources aux bâtiments à équiper, c'est-à-dire au moins jusqu'à La Poste. Des piquages pourront être faits pour connecter les bâtiments éligibles le long du réseau.

Le niveau de température de l'eau circulant dans ce réseau de chaleur rend son exploitation délicate. En effet, l'eau thermale n'est pas à une température suffisante pour alimenter directement le réseau de chauffage, mais elle est trop importante pour que des pompes à chaleur réparties sur le réseau soit utilisées pour relever la température. Un régime de température de 30 à 40°C au niveau de l'évaporateur de la PAC nécessite en effet des fluides frigorigènes spéciaux. De telles pompes à chaleur existent, mais sont dimensionnées pour de la récupération d'énergie sur process industriels, avec des puissances supérieures à plusieurs centaines de kilowatts.

Pour le réseau, quatre solutions sont donc possibles :

**Solution 1.** Répartir les moyens de production d'énergie dans chaque bâtiment. Un seul tuyau est alors nécessaire pour amener l'eau thermale, celle-ci étant rejetée à la rivière au niveau de chaque bâtiment, après extraction des calories nécessaires.

**Solution 2.** Aménager un local de production proche des sources, où l'eau thermale sera surchauffée à l'aide d'une chaudière jusqu'à une température comprise entre 60 et 80°C, permettant ainsi que chauffer tous les bâtiments connectés à l'aide d'un simple échangeur barrage. Un seul tuyau est alors nécessaire pour amener l'eau thermale, celle-ci étant rejetée à la rivière au niveau de chaque bâtiment, après extraction des calories nécessaires.

**Solution 3.** Aménager un local de production proche des sources, utilisant l'eau thermale pour chauffer un réseau d'eau claire en boucle fermée à l'aide d'une pompe à chaleur de forte puissance ou d'une chaudière après préchauffage par l'eau thermale. Il sera alors nécessaire d'installer deux tuyaux, un aller et un retour.

**Solution 4.** L'eau thermale est utilisée seulement au niveau des sources, pour préchauffer un réseau d'eau claire en boucle fermée. Chaque sous-station est équipée d'un échangeur barrage et d'un système de relevage permettant d'alimenter le réseau de chauffage. Le grand intérêt de cette solution est la possibilité de développer un réseau de chaleur ayant une température légèrement inférieure à 20°C, permettant ainsi d'installer des pompes à chaleur à chaque sous-station, avec des performances très élevées du fait de la stabilité et de la température élevée du réseau.

Les solutions utilisant un local de production unique, que le réseau soit en circuit ouvert ou fermé (solutions 2 et 3), permettent de n'installer qu'un seul local de chaufferie, au lieu d'un à chaque sous-station comme pour les solutions 1 et 4. Mais cette solution, outre que le prix de l'installation d'un local unique de production sera plus élevé que celui d'une sous-station pour un système délocalisé, présente un certain nombre d'inconvénients. En circuit ouvert, la chimie de l'eau thermale peut amener des phénomènes de corrosion dans les chaudières, qui sont généralement adaptées au chauffage d'eau claire et traitée. Un traitement et un suivi rigoureux s'impose donc. En circuit fermé, la puissance de la pompe à chaleur reste encore bien supérieure aux besoins des différents bâtiments pouvant être connectés. De plus, l'utilisation de chaudière, biomasse ou gaz, pose la question de l'approvisionnement du combustible.

La décision de délocaliser la production du complément d'énergie dans chaque bâtiment, sans être facile ni gratuite à mettre en œuvre, permet cependant d'adapter au mieux la production de chauffage aux spécificités de chaque bâtiment, en particulier du type d'émetteur pouvant être installé et de la différence de température à combler par le système d'appoint.

Dans le cas de systèmes de chauffage délocalisés (solution 1), les solutions peuvent être les suivantes :

**Solution 1.1.** Chauffage sur plancher chauffant, devant être alimenté par de l'eau à des températures supérieures à 34°C, avec éventuellement une loi d'eau en fonction de la température extérieure. Il existe des planchers chauffants sur plaques modulaires en isolant fibre de bois ou polystyrène, épais de cinq à dix centimètres au total, pouvant être ajoutés facilement dans des bâtiments ayant une hauteur sous plafond suffisante, sans avoir à refaire une chape de béton (voir un exemple ici).

Cette solution serait sans doute la plus économique en termes d'installation. Un simple échangeur barrage au niveau de chaque sous-station du réseau permettrait de transférer l'énergie de l'eau

thermale au circuit de chauffage, en prenant en compte le risque d'encrassement dû aux propriétés chimique de l'eau thermale.

Cependant, le niveau de température relativement bas de l'eau thermale laisse très peu de marge de manœuvre pour le chauffage direct. Le plancher chauffant n'est pas adapté à tous les types de bâtiments, en particulier si l'enveloppe n'a pas été rénovée en termes d'isolation thermique.

**Solution 1.2.** Préchauffage par l'eau thermale d'un ballon tampon alimentant le circuit de chauffage, le complément et la régulation de la température en entrée du bâtiment étant assurées par une petite chaudière ou une résistance chauffante si la différence de température à compenser est faible.

Des planchers chauffants peuvent toujours être installés dans les bâtiments, ce qui permet de limiter la différence de température à compenser. Mais il devient aussi possible d'installer des radiateurs basse température, dont la loi d'eau est généralement comprise entre 35 et 45°C suivant la température extérieure.

Cette solution est sans doute plus coûteuse que la solution 1.1, aussi bien en termes de coûts d'investissement (installation de système de relevage) que de coût d'exploitation (alimentation du système de relevage). Il devrait cependant avoir des performances très intéressantes comparé à une solution tout électrique ou tout gaz, qu'il n'est à l'heure actuel pas possible de chiffrer faute de paramètres pertinents et fiables à disposition.

Les différents avantages et inconvénients de chaque solution sont résumés dans le Tableau 2 et les composants à prévoir pour chaque solution en Tableau 3.

| | **Avantages** | **Inconvénients** |
|---|---|---|
| **Solution 1.1** | Coûts d'installation et d'opération les plus faibles, aucun système de relevage n'a à être installé | Niveau de température peut-être trop faible pour un chauffage efficace<br><br>Seul des planchers chauffants sont susceptibles de diffuser la chaleur efficacement à ces températures |
| **Solution 1.2** | Production thermique assurée quel que soit le système d'émission dans les différents bâtiments<br><br>Possibilité d'adapter le système d'émission suivant les spécificités de chaque bâtiment | Pas de possibilité d'installer des pompes à chaleur dans les sous-stations, seules des solutions de sur-chauffage gaz, biomasse ou électrique sont envisageables. |
| **Solution 2** | Un seul local technique à installer, chauffage possible avec n'importe quel type d'émetteur dans les bâtiments.<br><br>Un seul tuyau à poser pour le réseau de chaleur | Sur-chauffage de l'eau thermale qui peut avoir des conséquences sur sa chimie et sur la corrosion des conduites.<br><br>Réseau haute température entrainant des pertes |

| | | |
|---|---|---|
| **Solution 3** | Un seul local technique à installer, chauffage possible avec n'importe quel type d'émetteur dans les bâtiments. | Une solution sur PAC sera trop puissante, et les solutions sur gaz ou biomasse enlèvent une partie de l'intérêt d'utiliser l'eau thermale<br><br>Réseau haute température entrainant des pertes |
| **Solution 4** | Possibilité d'un réseau de chaleur ''basse température'' : réduction des pertes thermiques, et possibilité d'installer des pompes à chaleur dans chaque sous-station avec de très bonnes performances quels que soit les émetteurs utilisés dans le bâtiment | Nécessité d'installer un réseau en boucle fermé : deux tuyaux à installer au lieu d'un |

*Tableau 2 : Avantages et inconvénients des différentes solutions*

<table>
<tr><th>Poste</th><th>Solution 1.1</th><th>Solution 1.2</th><th>Solution 2</th><th>Solution 3</th><th>Solution 4</th></tr>
<tr><td>Captage</td><td colspan="5">Identique pour toutes les solutions</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Installation commune</td><td colspan="5">Cuve tampon<br>Circulateur principal</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>Chaudière (eau thermale)</td><td>Echangeurs barrage, Chaudière (eau claire)</td><td>Echangeur en cuve</td></tr>
<tr><td>Réseau</td><td colspan="3">1 tube pour eau thermale</td><td colspan="2">2 tubes pour eau claire</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Sous-station</td><td>Echangeur barrage, Circulateur Régulation</td><td>Circulateur Régulation</td><td colspan="3">Echangeur barrage<br>Circulateur<br>Régulation</td></tr>
<tr><td>-</td><td>Echangeur en cuve Chaudière ou thermoplongeur</td><td>-</td><td>-</td><td>Pompe à chaleur "classique"</td></tr>
<tr><td>Emetteurs</td><td>Plancher chauffant</td><td colspan="4">Indifférent (Température d'émission la plus basse possible pour une bonne efficacité)</td></tr>
</table>

*Tableau 3 : Composants à prévoir pour chaque solution.*

# 6. Recommandations techniques

Pour mettre en place une valorisation énergétique de l'eau thermale à disposition dans la commune de Rennes-les-Bains, efficace aussi bien en terme énergétique que financier, un certain nombre d'étapes doivent être suivies en vue de s'assurer de la pertinence et de la viabilité économique d'une telle solution.

## 6.1. ETUDES

Une première étape à réaliser est une **analyse de la composition chimique** actuelle de l'eau thermale issue des différentes sources, ainsi qu'une étude sur les réactions chimiques éventuelles en fonction de la température, en vue de déterminer les caractéristiques que devront avoir les échangeurs barrages ou les échangeurs des systèmes de chauffage, et les traitements éventuels de cette eau, pour éviter les problèmes de corrosion ou d'encrassement. Un laboratoire d'analyse spécialisé, comme celui du BRGM, est capable d'effectuer ce genre d'étude.

En vue de déterminer si la solution 1.1 est une solution viable, il est indispensable de **suivre la production et la température des sources *Bains Forts* et *Marie***, ainsi que **d'estimer les pertes possibles au niveau du captage et dans le réseau de chaleur**, pour obtenir une estimation la plus précise possible de la température disponible en entrée de chaque sous-station du réseau.

Ces deux actions doivent pouvoir être faites conjointement avec **l'étude de la réalisation du captage**. Une cuve de stockage de l'eau thermale devra être installée à proximité des sources, recevant l'eau pompée dans les deux sources, et alimentant le réseau de chaleur ou l'échangeur barrage. Ces études pourront être confiées à un bureau d'étude Thermique et Fluide.

Parallèlement, l'étude de la **modification des systèmes de chauffage de chaque bâtiment** devra être entamée en consultant les fabricants et installateurs, suivant la solution retenue parmi celles présentées dans la section 5.2. Le SYADEN pourra avoir sur ce point une expertise intéressante.

Tous ces travaux devraient permettre une prise de décision étayée, permettre la réalisation des travaux dans de bonnes conditions et assurer de bons niveaux de performance de l'installation.

## 6.2. TRAVAUX

Les travaux à réaliser seront dictés par les résultats des différentes études menées.

Le plus urgent est le suivant : **Pose des canalisations du futur réseau de chaleur.** Les travaux de réfection de la voirie devant débuter prochainement, il est indispensable de chiffrer au plus vite le coût de ces travaux et d'effectuer les consultations nécessaires. Pour cela il faut savoir quelle est la solution retenue d'un réseau en boucle ouverte ou fermée.

Ainsi pourront venir les travaux aux deux bouts du réseau :

- Réalisation des installations de captage et du local commun du réseau de chaleur.
- Réalisation des sous-stations dans chaque bâtiment raccordé
- Modification éventuelle du réseau d'émission du chauffage dans les bâtiments

# 7. Recommandations administratives et financières

Les rejets des eaux des thermes doivent répondre aux contraintes réglementaires en vigueur (milieu naturel/réseau eaux usées). Il faudra s'assurer que ces contraintes soient respectées après leur valorisation géothermique.

La DREAL confirme que les projets qui consistent à récupérer la chaleur des eaux après leur emploi pour les soins thérapeutiques ne relèvent pas du code minier. Néanmoins, il apparait utile de rappeler que cette exclusion ne vaut que pour les seuls forages destinés à cet usage (thérapeutique) dans les établissements thermaux. En effet, si des forages sont exploités par exemple pour un réseau de chauffage ou pour l'eau chaude sanitaire, le code minier leur est applicable (Article L112-3 du code minier modifié). Concernant les forages qui étaient à usage thérapeutique mais qui ne le sont plus à ce jour, il faudra envisager une reconversion du forage au titre du code de l'environnement vers une autorisation code minier pour un "gite géothermique" (cf. rédaction du code minier de l'usage géothermique : Article L112-1) : *« Relèvent du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire ou avec lesquels on peut échanger de l'énergie sous forme thermique, notamment par conduction ou par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent, dits " gîtes géothermiques* "....

Les éléments suivants apportés par l'ARS complètent ces propos :

*« L'objectif des dossiers présentés est la récupération énergétique des calories des eaux thermales disponibles. La particularité de l'usage thermal est notamment un usage saisonnier et donc une sollicitation saisonnière de la ressource. Les ressources utilisées sont de 2 types :*

- *Des sources, qui rejoignent le milieu naturel en dehors de la saison thermalisme. Pendant la saison thermale, l'excédent non utilisé pour le thermalisme rejoint également le milieu naturel (à confirmer dans les dossiers)*
- *Des forages avec généralement un débit maximum autorisé, et donc un repos de la ressource en dehors de la saison thermale.*

*La récupération des calories des eaux thermales provenant des sources en dehors de la période d'exploitation et pour la totalité du débit ne posent a priori pas de difficulté. Le pétitionnaire devra cependant prendre contact avec la police de l'eau locale afin de l'informer de son projet. Il déposera un dossier de déclaration au titre de l'article R1322-12 du Code de la Santé Publique auprès de la délégation départementale de l'ARS concernée.*

*En ce qui concerne les forages, le débit maximum autorisé, lorsqu'il a été fixé, a été pris suite généralement à un avis d'un hydrogéologue agréé qui s'est positionné en tenant compte :*

*- du caractère non permanent de la sollicitation de la ressource sur l'année,*

*- en considérant ce débit maximum comme un débit maximum de pointe, donc ponctuel.*

*Aussi, l'ARS Occitanie attire l'attention que le débit maximum autorisé pour les forages dans l'Arrêté d'autorisation ne peut pas être a priori utilisé comme un débit maximum permanent, à l'année, dans le cadre d'un projet de géothermie. En effet, la sollicitation permanente de la ressource pourrait engendrer des conséquences notables sur les caractéristiques de la ressource thermale, tant d'un point de vue qualitatif que d'un point de vue quantitatif.*

*Aussi, l'ARS Occitanie demande que les collectivités destinatrices de ces notes d'opportunités soient informées qu'en cas de projet, le dossier circonstancié technique relatif à la déclaration de modification*

*d'exploitation des ressources thermales pour une récupération de calorie (conformément à l'article R1322-12 du Code de la Santé Publique) devra comporter l'avis d'un bureau d'étude spécialisé en hydrogéologie qui devra proposer :*

- *un débit en continu maximum à l'année qui sera utilisé pour le dimensionnement du projet de géothermie*
- *un débit maximum de pointe à ne jamais dépasser*

*Ces débits seront justifiés et établis dans un but de préserver la ressource thermale tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Les dossiers devront être adressés aux délégations départementales de l'ARS concernées qui solliciteront sur la base de celui-ci l'avis d'un hydrogéologue agréé (instruction au titre de l'article R1322-12 du CSP). Ce dernier se positionnera sur ces débits et rendra un avis afin de privilégier la sécurité quantitative et qualitative de la ressource pour l'usage thermal initial. Les frais relatifs à l'avis de l'hydrogéologue agréé (expertise, déplacement, reprographie) seront à la charge du demandeur, conformément à la règlementation en vigueur. »*

En fonction des projets envisagés, des dispositifs d'aides peuvent être mobilisables et cumulables dans certaines mesures au niveau national grâce au fonds chaleur et aux certificats d'économies d'énergie mais aussi au niveau de la région Occitanie grâce aux aides du Conseil régional.

Le fonds chaleur géré par l'agence de la transition écologique (ADEME) permet d'accompagner les projets de production de chaleur renouvelable et de récupération ainsi que le développement des réseaux de chaleur associés. Certaines des aides disponibles et relatives au fonds chaleur sont présentées dans la suite de ce document. Avant toute démarche un contact préalable avec la Direction régionales de l'ADEME est fortement conseillé afin de bénéficier d'un accompagnement et de conseils pour le montage du dossier.

## 7.1. FINANCEMENT D'ETUDE DE FAISABILITE

Parmi les aspects évoqués dans la note d'opportunité des financements sont disponibles dès la réalisation de l'étude de faisabilité pour l'installation de géothermie de surface.

Au niveau du fonds chaleur le détail des conditions d'éligibilité et de financement de l'aide sont disponibles sur le site de l'ADEME en suivant ce lien: https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/financement-dune-etude-faisabilite-geothermie-surface. Ce dispositif comprend des études sur des projets liés à la mise en œuvre de pompes à chaleur sur eaux usées ou eaux thermales ainsi que la mise en œuvre de boucle d'eau tempérée. Cette aide est éligible pour une étude de diagnostic (état des lieux approfondi), une étude d'accompagnement projet (conseil et accompagnement de maitre d'ouvrage) et des études générales visant des travaux à caractère prospectif ou des études liées aux activités d'observations. Tous les coûts liés à l'étude sont éligibles à hauteur de 50 000€ pour les études de diagnostic et jusqu'à 100 000€ pour les études d'accompagnement projet. L'étude de faisabilité est une étape incontournable avant la réalisation des travaux.

La Région Occitanie propose aussi des financements d'études de faisabilité pour des projets d'installation géothermique avec pompe à chaleur mais aussi pour des projets de réseau de chaleur et de froid associés à une production d'énergie renouvelable ou de récupération et enfin les projets de valorisation de chaleur fatale ou de récupération. Pour ces domaines, l'aide sur l'étude de faisabilité pourrait s'élever jusqu'à 50% des coûts de la prestation. Ces financements sont cumulables (dans le respect du montant maximal d'aides publiques pour un projet) avec le dispositif fonds chaleur.

A la suite de l'étude de faisabilité, si des travaux sont envisagés, en fonction de la solution choisie des financements sont disponibles pour l'installation d'une station de production de chaleur à

partir de la géothermie, mais aussi pour le financement d'investissement dans un réseau de chaleur (>60°C). Des aides sont également disponibles pour la réalisation d'une boucle d'eau tempérée (10 à 25°C) alimentée par des sources d'énergies renouvelables et de récupération

## 7.2. FINANCEMENT D'INSTALLATIONS GEOTHERMIQUES DE SURFACE POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

Au niveau du fonds chaleur le détail des conditions d'éligibilité et de financement de l'aide sont disponibles sur le site de l'ADEME en suivant ce lien: https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/financement-dinstallations-boucles-deau-temperee-geothermiques-production-chaleur-froid. Les projets d'installation de pompe à chaleur sur les eaux thermales ainsi que sur les rejets des sites thermaux sont concernés par le financement. Un des critères d'éligibilité est le suivi d'installation. Le suivi doit permettre de déterminer si le dispositif fonctionne de manière optimisée. Il devra donc être assurée pendant toute la durée de vie de l'installation. Des critères sont aussi définis au niveau de la performance énergétique des bâtiments chauffés.

Pour les installations utilisant des eaux usées et/ou thermales des conditions spécifiques s'appliquent. Pour être éligible, l'installation doit extraire dans les eaux thermales ou usées au moins 25 MWh par an. Les PAC font aussi l'objet de conditions notamment au niveau de leurs performances et des heures de fonctionnements.

L'aide se base sur la production d'énergie renouvelable, dans le cas d'une pompe à chaleur à compression électrique en mode chaud uniquement, la production retenue correspond à l'énergie extraite au milieu (énergie frigorifique) à laquelle sont soustraite les consommations électriques de la PAC est des pompes associées (circulation, pompage).

Dans ce cas l'aide forfaitaire est définie à 20€/MWh pour tous les MWh d'énergie renouvelable produit sur 20 ans.

Pour avoir un ordre de grandeur, en première approximation et de manière arbitraire il est considéré que 30% de la puissance disponible (pour un abaissement de 5°C) dans les eaux thermales au niveau des sources *Bains fort* et *Marie* est utilisée pour la production de chaleur, ce qui correspond à une puissance continue de 68 kW. La production annuelle d'énergie associée est d'environ 595 MWh. En prenant un COP de la pompe à chaleur de 4,5 on obtient une énergie réellement disponible de 765 MWh. Avec un COP global de l'installation de 3, la consommation électrique nécessaire pour faire fonctionner le dispositif (pompage, pompe à chaleur...) est de 255 MWh. Dans ce cas le montant maximal indicatif de l'aide serait de (595-255)×20×20 soit 136 000 €.

L'aide régionale au développement des installations géothermiques intermédiaires peut venir compléter le dispositif du fonds chaleur. Tout comme le fonds chaleur des critères doivent être respectés pour l'attribution de l'aide, notamment au niveau des performances de la pompe à chaleur et des obligations de suivi de l'installation. Le montant maximal de l'aide s'élève à 50% de l'assiette éligible. L'assiette éligible étant définie comme le surcoût de l'installation par rapport à une solution de référence. Les détails de cette aide sont accessibles sur le site de la région Occitanie à l'adresse suivante: Aide régionale au développement des installations géothermiques intermédiaires - Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée (laregion.fr).

## 7.3. FINANCEMENT D'INVESTISSEMENTS DE RESEAUX DE CHALEUR

Le financement d'investissements de réseaux de chaleur est compatible avec le financement d'installations de géothermies de surface détaillé ci-dessus. Le détail des conditions d'éligibilité et de financement de l'aide est disponible sur le site de l'ADEME en suivant ce lien: https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/financement-dinvestissements-reseaux-chaleur-froid. L'objectif de ce financement est d'accompagner la création ou la densification de réseau de chaleur raccordés à des unités physiques de production qui peuvent être de la géothermie ou de la récupération de chaleur fatale. Cette aide s'adresse aux collectivités et aux entreprises. Les conditions d'éligibilités concernent notamment le respect de la part d'énergie renouvelable dans le réseau (> 65 %), le respect de la densité thermique minimum (1,5 MWh par mètre linéaire et par an) et le respect des exigences règlementaires. Le versement de l'aide est forfaitaire pour les projets de moins de 12 000 MWh/an. Dans le cas d'une création de réseau l'aide correspond à un « forfait réseaux » qui dépend des caractéristiques choisies pour le réseau notamment le diamètre des conduites et d'une aide à hauteur de 70% des investissements sur les travaux spécifiques au réseau de chaleur. Le plafond de l'aide totale est fixé à 9 €/MWh d'énergie renouvelable ou de récupération transportée annuellement sur une période de 20 ans.

De la même manière en partant de l'hypothèse précédente et en considérant que 595 MWh d'énergie renouvelable transitent sur le réseau chaque année, le montant maximal indicatif de l'aide serait de 107 100 € (= 595×9×20).

L'aide régionale au développement des réseaux de chaleur et de froid alimentés par une énergie renouvelable ou de récupération peut également venir compléter le dispositif du fonds chaleur. Pour pouvoir bénéficier de l'aide le réseau de chaleur doit avoir une densité thermique minimum de 1 MWh par mètre linéaire et par an et la chaleur transitant dans le réseau doit provenir à plus de 50% d'énergie renouvelable ou de récupération. Le montant maximal de l'aide s'élève à 50% de l'assiette éligible. L'assiette éligible est là aussi définie comme le surcoût de l'installation par rapport à une solution de référence. Les détails de cette aide sont accessibles sur le site de la région Occitanie à l'adresse suivante: Aide régionale en faveur de la valorisation de la chaleur de récupération - Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée (laregion.fr).

## 7.4. FINANCEMENT D'INSTALLATIONS DE BOUCLES D'EAU TEMPEREES GEOTHERMIQUES DE PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID

Le financement pour l'installation de boucles d'eau tempérées géothermiques n'est pas cumulable avec l'aide pour l'installation d'un réseau de chaleur ou de géothermie de surface. Ces conditions d'éligibilité et de financement sont disponible sur le site de l'ADEME en suivant ce lien: https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/financement-dinstallations-boucles-deau-temperee-geothermiques-production-chaleur-froid. Cette aide s'adresse aux collectivités, entreprises, établissements publics et associations, elle permet d'obtenir des financements pour la réalisation d'un réseau de chaleur basse température (10 à 25°C). Sur ce réseau des sous stations propres à chaque bâtiment et équipées de pompe à chaleur permettront une production de chaleur décentralisée. Le réseau doit être alimenté par un minimum de 65% d'énergie provenant de chaleur fatale ou de géothermie. Pour bénéficier de l'aide à la création ou à l'extension, la boucle réalisée devra s'étaler sur au moins 200 mètres linéaires. Pour ce type d'aide le montant potentiellement alloué au projet sera déterminé par une analyse économique. Les éléments pris en compte dans les dépenses éligibles pour la création ou l'extension de la boucle de chaleur sont présentés dans le Tableau 4.

*Tableau 4 Coûts éligibles spécifiques à la boucle d'eau tempérée (extrait des conditions d'éligibilité et de financement, boucles d'eau tempérée géothermiques, ADEME 2021)*

| | Coûts Éligibles spécifiques à la boucle d'eau tempérée |
|---|---|
| **Production** | Pompe qui alimente le réseau d'eau tempérée et son raccordement |
| | Régulation/raccordement électrique de la boucle |
| **Voirie, génie civil tranchée** | Ouverture de tranchée |
| | Chambres à vannes, massifs, lits de sable, percements |
| | Travaux divers de maçonnerie, gros œuvre ou fonçage nécessaire au réseau enterré |
| | Remise en état, réfection de voirie<br>Travaux spécifiques |
| **Distribution hydraulique** | Mètre linéaire de canalisations enterrées<br>Réseaux **primaires** permettant de raccorder les sous stations |
| | Lyres de dilation, vannes de coupure, purge, vidange, divers accessoires du réseau<br>Système de stockage d'eau chaude ou d'eau froide. |
| **Sous-stations** | Sujétions de traversée de bâtiment |
| | Réseaux primaires jusqu'à l'échangeur en sous station en pied d'immeuble. |
| | Accessoires et régulation du réseau côté primaire de l'échangeur |
| | Compteur d'énergie primaire |
| | Échangeur et robinetterie associée |
| **Supervision-Télégestion** | Détection de fuite intégrée aux canalisations pré isolées |

En plus du fond chaleur et en fonction de la solution choisie des Certificats d'Economies d'Energie sont aussi cumulables. Ils se limitent cependant à des installations de production décentralisées, avec une production de chaleur renouvelable inférieure ou égale à 200 MWh/an au niveau de bâtiments existants.

D'une manière générale les Certificats d'Economies d'Energies disponibles et cohérent avec la ou les solutions choisie(s) doivent faire l'objet d'une étude approfondie. En effet sur certains points spécifiques les CEE pourraient permettre d'obtenir des financements supplémentaires non négligeable. La liste des différentes CEE en fonction des secteurs d'activités est disponible sur le site suivant: https://www.ecologie.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie#scroll-nav__4.

# 8. Bibliographie

**M. Elbaraka, P. Le Strat, P. Vigouroux** (2010) – Ressource en eau thermale de la station de Rennes-Les-Bains – Etat des lieux (Aude). BRGM/RP-58623-FR

**Ambert P**. (1994) - L'évolution du Languedoc central (Grands Causses méridionaux, piémont languedocien) depuis le Néogène, Doc. BRGM N°231, 1994.

**Aunay B., Le Strat P., Yvroux M., Mangin A., Dorfliger N.** (2003) – Excursion dans la haute vallée de l'Aude et le Pays-de-Sault. Livret guide de l'excursion de la 10ième journée technique du Comité Français de l'AIH.

**Authier C.** (1985) – Le renouveau de Rennes-Les-Bains – Médecine thermale.

**Baillet L., Le Strat P.** (2009) – Carte des ensembles litho-tectoniques de la région Languedoc-Roussillon et du Golfe du Lion – Edition BRGM

**Bessière G.** (1987) Modèle d'évolution polyorogénique d'un massif hercynien : le massif de Mouthoumet (11) – Thèse Toulouse.

**Bos C.** (1995) – Etude d'un aquifère thermal profond : le forage de Rennes-Les-Bains (11) – DESS Université Paul Sabatier Toulouse.

**Bouchaala A.** (1991) – Hydrogéologie d'aquifères karstiques profonds et relation avec le thermalisme – Exemple de la partie occidentale du massif du Mouthoumet – Doctorat de l'Université de Franche-Comté.

**Bousquet JP.** (2006) – Avis hydrogéologique relatif à la protection des sources Gieulles et Bains Forts – Avis hydrogéologue agréé.

**Codef-Ingénierie.** (1995) – Demande d'autorisation d'exploiter à l'émergence et à distance du point 'émergence l'eau minérale du forage Yvroux.

**Géotherma** SA (1995) – Commune de Rennes-Les-Bains – Campagne de géochimie Radon 222/CO2 Résultats de la première campagne (1995) et de la deuxième campagne (1996).

**Guide du Thermalisme** (2010) – Le guide officiel des stations thermales Française – 35ème édition – Groupe Impact Médecine.

**Annales des Mines – Mai 1998**

RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
*Liberté*
*Égalité*
*Fraternité*

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
**Direction régionale Occitanie**
1039 rue de Pinville
34000 Montpellier
Tél. : 04 67 15 79 80
**www.brgm.fr**