

Géothermie de surface

*Une énergie performante et durable
pour les territoires*

**6 bonnes
raisons** de
choisir la
géothermie



Avec le soutien de :



Sur le plan énergétique, les territoires sont confrontés à un défi majeur : maîtriser et planifier les besoins en énergie de leur population, en réduisant les émissions de CO₂, à un coût raisonnable. A quelques mètres sous nos pieds, se trouve un élément de solution : la géothermie ! **Le sous-sol offre en effet une énergie renouvelable, continue et capable, avec un même dispositif, de produire du chaud et du froid.**

Ce livret concerne la géothermie de surface, l'énergie que l'on exploite jusqu'à 200 mètres de profondeur. Au-delà, la géothermie profonde permet notamment d'alimenter des réseaux de chaleur ou même de produire de l'électricité mais elle n'est exploitable que sur une partie du territoire en fonction de la nature du sous-sol. La géothermie de surface, en revanche, est disponible presque partout. **Son principe est simple : capter l'énergie du sous-sol et la restituer au niveau de température désiré par le biais d'une pompe à chaleur (PAC) géothermique.**

La géothermie de surface apporte des solutions thermiques à des bâtiments allant de la maison individuelle à l'éco-quartier, aussi bien pour la rénovation que la construction neuve. Elle permet également la production d'eau chaude sanitaire et répond à des besoins industriels (par exemple séchage de bois) et agricoles (chauffage de serres notamment). C'est une énergie durable, locale, disponible en permanence, quelles que soient les conditions climatiques et qui n'a pas d'impact sur les paysages.

La géothermie, c'est aussi du froid !

La stabilité des températures du sous-sol au cours des saisons permet de produire aussi bien du chaud que du froid.

En hiver, la chaleur prélevée dans le sol sert à chauffer le bâtiment. En été, la fraîcheur du sous-sol peut refroidir/rafraîchir les constructions. Ces usages présentent l'avantage de « recharger » thermiquement le sous-sol et ainsi d'augmenter la performance des installations pour la saison suivante.

Deux possibilités permettent d'abaisser les températures des bâtiments, neufs ou à rénover :

- **La production de froid actif.** Avec des émetteurs adaptés, un système équipé de pompes à chaleur réversibles produit de la climatisation.
- **La production de frais, par « géocooling ».** La température du sous-sol est suffisamment basse pour rafraîchir directement et naturellement le bâtiment, améliorant ainsi le confort d'été. Un simple échangeur de chaleur suffit à alimenter le circuit des émetteurs. La pompe à chaleur n'étant pas sollicitée, cela rend cette solution particulièrement économique.

Cette opportunité de produire du froid ou du frais renouvelable est indispensable pour certains établissements (EHPAD, hôpitaux...) et à propos dans le contexte du réchauffement climatique.

6 bonnes raisons de choisir la géothermie :

1. Une facture énergétique maîtrisée.....
2. L'exemplarité environnementale
3. La promotion des ressources locales
4. Une énergie adaptable pour anticiper les futurs défis
5. Une énergie qui s'intègre.....
harmonieusement à son environnement
6. Une technologie qui a fait ses preuves

RAISON 1 Le choix d'une facture énergétique maîtrisée

Des coûts d'exploitation stables et réduits



TEMOIGNAGE

Comparée aux énergies conventionnelles (gaz, électricité, fioul), la géothermie demande un investissement initial supérieur (coût des échangeurs enterrés notamment). **En revanche, ses coûts d'exploitation sont réduits. Ils se composent des coûts d'entretien de l'installation et de la consommation d'électricité de la pompe à chaleur (PAC) et de ses auxiliaires.**

On considère en moyenne que pour 1 kWh électrique consommé par la pompe à chaleur (PAC), 4 kWh thermiques sont restitués. Le rapport entre ces deux valeurs est le coefficient de performance (COP). Il est estimé en moyenne à 4. **Le budget de fonctionnement affiche ainsi une réduction des trois quarts de la facture énergétique.**

Cette moindre dépendance à l'énergie fossile se traduit aussi par une stabilité des coûts. La facture énergétique de bâtiments alimentés par du gaz, de l'électricité ou du fioul sera financièrement fortement impactée par l'évolution du prix des énergies traditionnelles. Cela aura moins de conséquences pour une installation géothermique, dont environ les trois quarts des besoins thermiques sont couverts par une énergie gratuite et locale prélevée dans le sous-sol. **La visibilité financière ainsi obtenue rend la planification plus aisée.**

(1) Certaines pompes à chaleur fonctionnent au gaz, mais cela reste marginal.

Centre Aquatique de Saint-Amand-les-Eaux (59)

« La géothermie affiche un coût de fonctionnement annuel de 60 995 € HT contre 131 065 € HT pour l'option chaufferie gaz. Quant aux émissions annuelles de CO₂, elles sont de 56 tonnes pour une PAC et de 800 tonnes par an avec un chauffage au gaz. La solution géothermique est donc très intéressante sur le plan économique comme sur celui du respect de l'environnement. »

Franck BAUDOIX, Directeur Général de la S.P.L. du Centre Aquatique Intercommunal de l'Amandinois

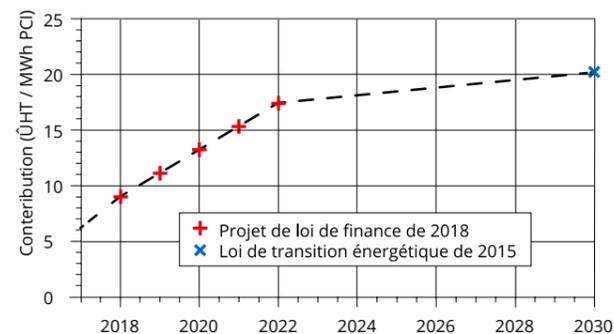
> Usage	Assure les 2/3 des besoins de chaleur de locaux de 3 462 m ² dont 975 m ² d'eau (2 bassins). L'eau prélevée alimente une partie des bassins.
> Installation achevée en 2016	3 forages sur aquifère (2 de pompage, 1 de réinjection) à 40 m de profondeur. Le COP de la PAC est de 4,25.
> Coûts d'investissement	275 000 € de surcoût lié à la géothermie.
> Coûts de fonctionnement (annuels)	60 995 € HT dont 11 700 € d'entretien et 45 200 € d'électricité pour la PAC. 70 070 € HT d'économie annuelle par rapport à une solution gaz (en citerne, pas de réseau de gaz de ville).
> Temps de retour sur investissement	4 ans.
> Gain environnemental	744 tonnes équivalent CO ₂ évitées par an.

La géothermie : une énergie compétitive

Ces coûts d'exploitation réduits permettent à la géothermie de surface d'être une énergie compétitive dans le temps. En moyenne, le temps de retour sur investissement de ces installations est de 8 à 13 ans². **Une fois l'investissement amorti, il ne reste qu'à s'acquitter des coûts d'exploitation réduits, et ce pendant plusieurs décennies (la durée de vie des forages est estimée à 50 ans³, celle des pompes à chaleur, moins coûteuses que ces derniers, à 17 ans⁴).**

De leur côté, les énergies fossiles, polluantes et épuisables, seront toujours caractérisées par un marché volatil et l'augmentation de leur taxation par le biais de la contribution climat énergie.

Estimation de la contribution climat-énergie sur le gaz naturel



Dans certains cas, les installations géothermiques peuvent se révéler particulièrement compétitives :

- lorsque le système procure à la fois du chaud et du froid/frais. Avec la géothermie de surface, ces besoins sont assurés par une seule et même installation avec de plus des performances améliorées en raison du phénomène de « recharge » thermique évoqué précédemment ;
- lorsque le bâtiment que l'on souhaite équiper se situe au droit d'une ressource très favorable (par exemple, un aquifère peu profond et très productif, des roches très conductrices de chaleur et faciles à forer...);
- en l'absence de servitude par un réseau de gaz.

(2) Géothermie assistée par pompe à chaleur, étude technico-économique, Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG), 2014, selon les technologies.

(3) Géothermie assistée par pompe à chaleur, étude technico-économique, Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG), 2014.

(4) Hypothèse retenue dans les fiches des certificats d'économie d'énergie



TEMOIGNAGE

Espace des Mondes Polaires, Prémaman (39)

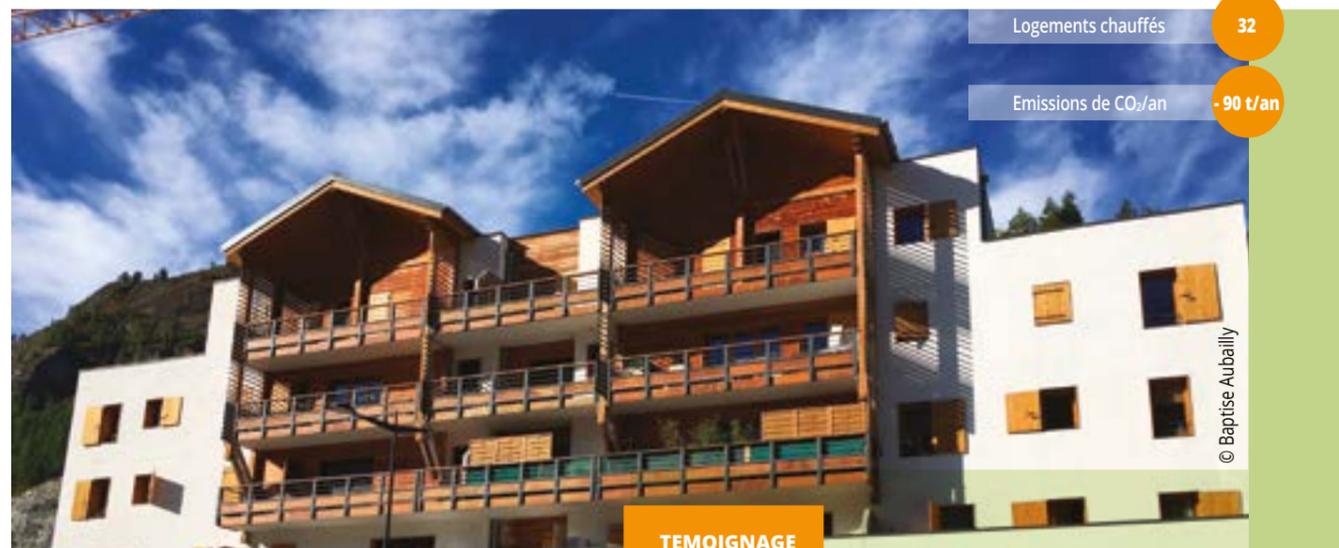
« L'Espace des Mondes Polaires a fait le choix de la géothermie par rapport à une solution de chauffage au fioul pour des raisons évidentes de cohérence avec le message environnemental qu'il porte (140 tonnes de CO₂ rejetées en moins chaque année). Par ailleurs, les études préalables mettaient en avant une économie annuelle de 30 000 € sur les charges de chauffage, couvrant ainsi en six années le surcoût de 190 000 € induit par l'installation de cette solution. »

Bernard MAMET, Président de la Communauté de communes de la Station des Rousses

> Usage	Production de chaud pour une surface de 5000 m ² (patinoire, musée, auditorium, restaurant neufs).
> Installation achevée en 2016	16 sondes verticales de 100 m de profondeur, espacées de 10 m, COP de 5,5 grâce à la récupération de la chaleur des installations qui produisent le froid pour la patinoire.
> Coûts d'investissement	Liés à la géothermie : 280 000 €, avec un surcoût par rapport à une installation fioul de 190 000 €.
> Coûts de fonctionnement (annuels)	16 428 € HT de consommation de la PAC. 33 572 € HT d'économie par rapport à une solution fioul.
> Temps de retour sur investissement	6 ans.
> Gain environnemental	140 tonnes de CO ₂ évitées par rapport à une solution fioul.

Données techniques : Guillaume BARTHE, Directeur Pôle Fluides/Electricité, Synapse construction

RAISON 2 Le choix de l'exemplarité environnementale



TEMOIGNAGE

Une énergie verte

On considère que les installations de géothermie de surface rejettent, en moyenne, moins de 45 g de CO₂ par kWh de chauffage (émissions associées à la consommation électrique de la pompe à chaleur)⁵.

C'est environ **4 fois moins que l'électricité, 5 fois moins que le gaz naturel et 7 fois moins que le fioul** pour satisfaire un même besoin de chauffage.

Disponible localement, la géothermie de surface n'implique pas de transport. En effet, la géothermie, par nature, est consommée là où elle est produite. Ce sont donc autant d'émissions de CO₂ et de particules fines qui sont évitées. Cela en fait un véritable atout pour la qualité de l'air des territoires.

Son usage, encadré par la réglementation et mis en œuvre par des professionnels qualifiés, se fait dans le respect de l'environnement et de la biodiversité, dans le sous-sol et en surface.

Cette énergie renouvelable contribue au déploiement des Bâtiments Bas Carbone (BBCA) et de Haute Qualité Environnementale (HQE).

(5) Hypothèse d'un COP à 4. Valeurs pour kgCO₂/kWh issues de la base de données carbone de l'ADEME :

- électricité usage chauffage 2016 : 0,169 kgCO₂/kWh,
- gaz naturel : 0,244 kgCO₂/kWh PCI,
- fioul : 0,312 kgCO₂/kWh PCI.

Résidence Grand Parei, éco-hameau des Boisses, Tignes 1800 (73)

« Nous avons choisi la géothermie parce que c'est une énergie renouvelable. Elle nous fait éviter 90 tonnes d'émission de CO₂ par an. Elle nous apparaît comme la meilleure source de chaleur en montagne, notamment parce que :

- nous tenons à limiter le trafic routier, qui produit des émissions importantes de gaz à effet de serre et engorge les routes en saison hivernale. Ainsi, un approvisionnement en fioul, gaz ou bois n'est pas souhaitable. Pour une cuve de 5 000 litres il faut compter 7,5 livraisons par an. La géothermie a l'avantage d'utiliser la ressource sur site.
- l'accumulation de la neige sur les toits et la présence de masques solaires importants rendent l'option intéressante du solaire plus difficile en montagne.

L'expérience de cette première opération nous permet d'en préparer une seconde. »

Baptiste AUBAILLY,

Chef de projets à la Société d'Aménagement de la Savoie

> Usage	Chauffage de 32 logements (2 341 m ² de surface de plancher) Besoins estimés à 300 MWh/an.
> Installation achevée en 2015	PAC raccordée à 36 sondes géothermiques de 100 m de profondeur, appoint électrique. PAC : 130 kW de puissance, COP de l'ordre de 3.
> Coûts d'investissement	Liés à la géothermie : 180 000 € pour les forages et 90 000 € HT pour la chaufferie. 60 000 € de subvention de l'ADEME.
> Temps de retour sur investissement	Estimé à 15 ans par rapport à une solution fioul avec subvention.
> Gain environnemental	90 tonnes équivalent CO ₂ évitées par an.

Données techniques : Yves MOLLIER-PIERRET, Directeur de l'entreprise Weishaupt

Un engagement pour lutter contre le changement climatique

Aux côtés des autres sources d'énergie renouvelables, la géothermie de surface est essentielle à l'atteinte des objectifs de la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) qui fixe un objectif de 38 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur à l'horizon 2030, contre 20,4 % à fin 2016⁶.

Alors que certains pays européens ont su valoriser la géothermie de surface dans leur mix énergétique, il reste en France un très fort potentiel de développement. **La mobilisation sans réserve de toutes les énergies renouvelables est nécessaire pour s'adapter au changement climatique. La géothermie de surface présente de réels atouts.** Pour les collectivités territoriales, stratégies énergétiques, animateurs des dynamiques locales et maîtres d'ouvrage, c'est une énergie incontournable à mieux considérer.

(6) La révision en cours de la programmation pluriannuelle de l'énergie devrait fixer des objectifs plus ambitieux.

TEMOIGNAGE

La Région Centre-Val de Loire

« La Région Centre-Val de Loire soutient la filière géothermie depuis 2008. Elle cofinance avec l'ADEME les missions d'un animateur régional géothermie. Des dispositifs incitatifs ont été créés à destination des particuliers (« Mon confort géothermie »), des collectivités territoriales (via les Contrats Régionaux de Solidarité Territoriale et Contrats d'Objectif Territorial de développement des énergies renouvelables thermiques) mais aussi pour des démonstrateurs dans le cadre d'appels à projets FEDER. Notre stratégie est de capitaliser sur l'existant, opérations réalisées et professionnels formés, pour accélérer le déploiement de la géothermie et en faire un pilier de notre bouquet d'énergies renouvelables. »



Stéphanie MARECHAL,
Chargée de mission Service Transition Énergétique,
Région Centre-Val de Loire

Le SIEML

« Le SIEML agit pour favoriser le développement optimal des énergies renouvelables dans le Maine-et-Loire. Devant le peu de données disponibles sur le potentiel géothermique du département, nous avons décidé de mener une étude spécifique en partenariat avec le BRGM et la communauté de communes Loire Layon Aubance qui bénéficie d'une situation géologique favorable.

L'objectif est d'approfondir notre connaissance de la filière pour intégrer pleinement la géothermie dans la stratégie énergétique du territoire. Cela devrait permettre de valoriser judicieusement cette énergie propre et de favoriser l'émergence de projets opérationnels. »



Jean-Louis ROUX,
Vice-président du Syndicat Intercommunal d'Énergies de Maine-et-Loire, en charge des énergies renouvelables et de la maîtrise de la demande en énergie

RAISON 3 Le choix de la promotion des ressources locales

Une énergie disponible en permanence sur presque tout le territoire

La géothermie de surface est une énergie disponible en continu presque partout.

D'un point de vue réglementaire, la réalisation d'une installation nécessite une simple déclaration sur environ 88 % du territoire métropolitain (zones « verte ● »), accompagnée dans certains cas d'un avis d'expert agréé (zones « orange ● »), environ 10 % du territoire⁷). Pour des raisons liées aux caractéristiques du sous-sol⁸, une autorisation administrative est nécessaire sur moins de 2 % du territoire (zones « rouge ● »).

Au-delà des aspects réglementaires⁹, qui attestent de la volonté administrative de faciliter le recours à la géothermie de surface, le bon dimensionnement de l'installation nécessite de connaître la ressource géothermique. Des cartes d'estimation de ressources et de potentiels sont disponibles en ligne (www.geothermie-perspectives.fr) et permettent une première approche, sur un point donné ou sur un territoire plus large, qui sera ensuite poursuivie par l'expertise de bureaux d'études. L'objectif est de faciliter les réalisations opérationnelles.

Une énergie de mon territoire pour mon territoire

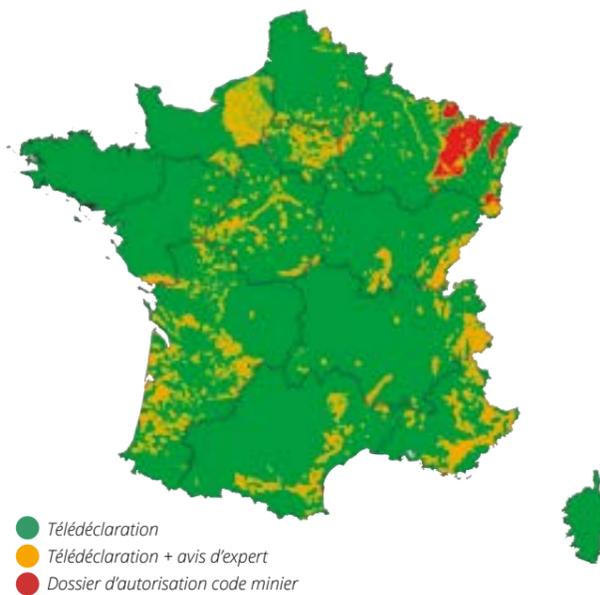
La géothermie est une énergie locale. Elle n'implique donc pas de transport, pas de gestion de stocks. En s'émancipant des énergies fossiles, elle favorise l'indépendance énergétique des territoires. Elle mobilise les talents locaux : bureaux d'études, foreurs, installateurs... et contribue à l'emploi de proximité. La géothermie est l'occasion de rappeler que les potentiels d'un territoire ne s'arrêtent pas en surface et comprennent aussi l'usage de son sous-sol.

(7) Environ 95 % des dossiers traités en zone orange reçoivent des suites favorables.

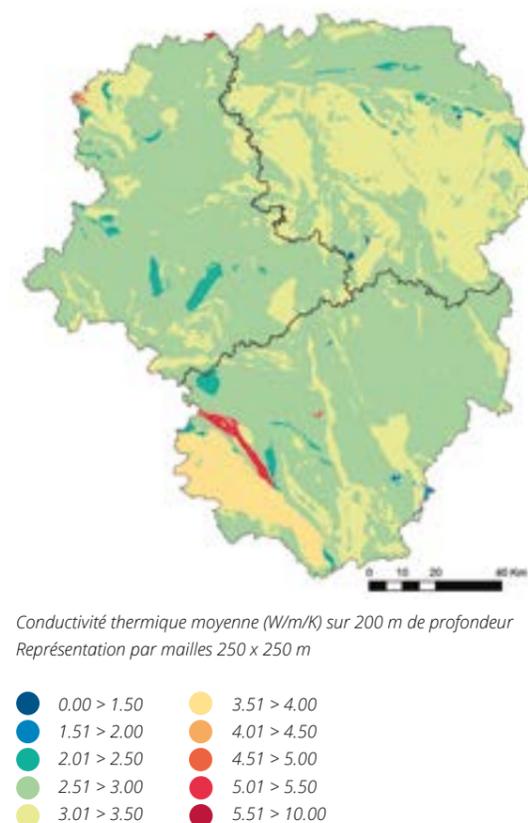
(8) Neuf critères relatifs aux caractéristiques du sous-sol (aquifères, cavités, mouvements de terrain, pollution...) sont pris en compte.

(9) Pour une vision complète de l'encadrement normatif et réglementaire de la géothermie de surface, voir <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/nouveau-cadre-reglementaire-geothermie-minime-importance>.

Carte réglementaire nationale de la géothermie de minime importance sur nappe



Atlas régional des ressources du Limousin (sur sondes)



TEMOIGNAGE

Siège de la Communauté des Communes de la Région de Suippes (51)

« La Communauté de Communes a engagé un programme d'investissement important comprenant la construction de deux écoles, de son siège et projette une extension de la maison de retraite. En l'absence de réseau de gaz, le choix du mode de chauffage s'est très rapidement orienté vers des systèmes géothermiques. La décision a été prise considérant les nombreux avantages de la solution :

- maîtrise de la technologie par des artisans locaux facilitant l'installation, l'entretien et la maintenance ;
- énergie locale donc absence de problème et de gestion des approvisionnements ;
- confort et facilité d'usage ;
- maîtrise du coût de fonctionnement ;
- réduction des émissions de CO₂ ;
- retour rapide sur investissement. »

Emmanuel JACQUEMIN, Directeur général des services, Communauté des Communes de la Région de Suippes

> Usage	Chauffage d'un bâtiment RT 2012 d'une surface de 1134 m ² . Besoins thermiques estimés à 147 MWh/an.
> Installation achevée en 2011	15 sondes verticales de 100 m de profondeur espacées de 10 m, PAC de 78 kW de puissance avec un COP de 3,7.
> Coûts d'investissement	Liés à la géothermie : 118 620 € (forage, PAC, monitoring). 46 600 € de subvention ADEME.

RAISON 4 Le choix d'une énergie adaptable pour anticiper les futurs défis

Relever le défi de l'augmentation des températures : du froid/frais quasi-gratuit

La France fait face à des étés de plus en plus chauds. En effet, en 2017 et 2018, de nombreux centres urbains ont subi des vagues de chaleur jamais enregistrées depuis le début des mesures en 1872, en atteignant des températures supérieures à la normale de 1,5 °C. Les besoins en climatisation/rafraîchissement augmentent ainsi rapidement.



TEMOIGNAGE

Pour construire aujourd'hui des bâtiments qui répondront aux exigences de demain et favoriser le confort, la géothermie est une énergie renouvelable particulièrement adaptée : elle produit du froid actif (avec une pompe à chaleur réversible) ou du frais (par géocooling) à un prix très compétitif. Sous réserve de disposer d'émetteurs adaptés, c'est le même système géothermique, équipé d'une pompe à chaleur réversible, qui produit du froid actif et du chaud. Avec le géocooling, 1 kWh d'électricité consommée¹⁰ peut produire jusqu'à 50 kWh de frais !

Cette production de froid ou de frais permet d'éviter l'utilisation de climatiseurs, fortement consommateurs d'électricité et qui contribuent, par leurs rejets d'air chaud, aux phénomènes d'îlots de chaleur.

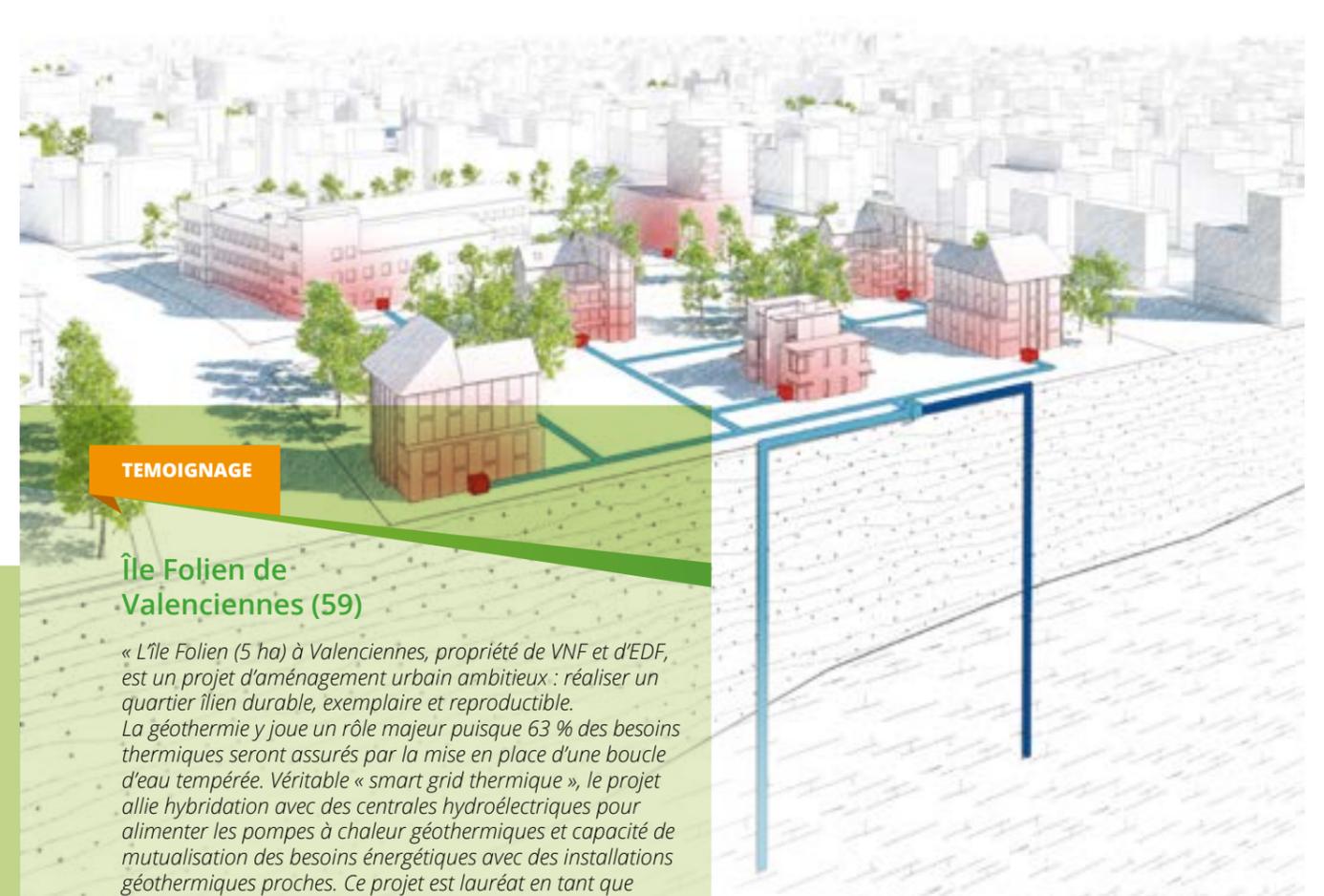
(10) La pompe à chaleur ne fonctionne pas, ce sont des équipements secondaires, le circulateur et la pompe hydraulique, qui sont activés.

Théâtre de l'Archipel, Perpignan (66)

« La Ville de Perpignan a choisi de climatiser les salles du Théâtre de l'Archipel dans le but essentiel de préserver un confort pour les spectateurs, mais aussi de prévenir le réchauffement climatique dont l'évocation lors des études va en s'amplifiant aujourd'hui et cette anticipation nous rassure. D'autant que le choix de la géothermie repose sur la proximité de nappes phréatiques qui a permis de forer avec un débit et une température régulés. »

Michel RAMONET, Directeur, Direction travaux neufs patrimoine bâti, Mairie de Perpignan

> Usage	Chauffage et rafraîchissement de deux salles de spectacle (1100 et 1000 places), d'un plateau de répétition, d'un bâtiment administratif, d'une verrière pour l'accueil du public et d'un bâtiment technique. Estimation de la consommation annuelle de chauffage : 275 MWh, de froid : 252 MWh.
> Installation achevée en 2011	Deux forages sur aquifère (16 m de profondeur). Deux PAC de 280 kW de puissance.
> Coûts d'investissement	Liés à la géothermie : 600 000 €.



TEMOIGNAGE

Île Folien de Valenciennes (59)

« L'île Folien (5 ha) à Valenciennes, propriété de VNF et d'EDF, est un projet d'aménagement urbain ambitieux : réaliser un quartier îlien durable, exemplaire et reproductible. La géothermie y joue un rôle majeur puisque 63 % des besoins thermiques seront assurés par la mise en place d'une boucle d'eau tempérée. Véritable « smart grid thermique », le projet allie hybridation avec des centrales hydroélectriques pour alimenter les pompes à chaleur géothermiques et capacité de mutualisation des besoins énergétiques avec des installations géothermiques proches. Ce projet est lauréat en tant que Démonstrateur Industriel et déclaré innovant dans le cadre de la REV 3 de la Région des Hauts de France. »

Bruno TIRMANT, Responsable Aménagement, Voies Navigables de France

> Usage	Chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire pour un quartier durable de 47 000 m ² . Sa performance énergétique devra tendre au-delà de la norme RT 2012 (objectif RT 2012 moins 15 %). La géothermie couvrira 63 % des besoins thermiques. Le projet sera mené en 3 phases.
> Installation en projet	3 forages sur aquifère prévus. Deux forages sont déjà réalisés (12 m de profondeur, débit exploitable 200 m ³ /h). Les eaux extraites pourront être directement rejetées dans l'Escaut ¹¹ . Un réseau d'eau tempérée sera déployé. Les groupes de bâtiments seront équipés de sous-stations thermiques (échangeurs et pompes à chaleur).
> Hybridation	Les besoins en électricité des pompes à chaleur pourront être en partie assurés par de l'hydroélectricité (produite à partir de l'Escaut avec un projet de turbines génératrices d'électricité dans l'écluse et une microcentrale électrique sur une chute d'eau).
> Coûts d'investissement	Pour la phase 1, liés à la géothermie : 1 484 000 € (forages et réseaux eaux de nappe, réseau d'eau tempérée production de chaleur), subventions prévisionnelles de 20 %.
> Modèle économique (annuel)	Facturation sur la base d'une part fixe (abonnement : 143 €TTC/kW) et d'une part variable (consommations : 31 €TTC/MWh). Pour un équivalent logement cela représente 697 €TTC incluant : • Chauffage, ECS, rafraîchissement • Maintenance et gros entretien • Renouvellement des équipements • Financement Le coût TTC de la chaleur vendue est identique à celui d'une installation au gaz naturel respectant des objectifs environnementaux similaires.
> Gain environnemental	Zéro émission de CO ₂ en local.

Principe d'une boucle d'eau tempérée géothermique sur nappe ©BRGM

La géothermie : un composant clé du Smart Grid thermique

Répondre aux exigences de la ville durable implique détermination et créativité. Parce qu'elle est complètement adaptable, la géothermie de surface est un atout.

La boucle d'eau tempérée en est une bonne illustration. Un réseau d'eau à une température proche de celle de la ressource naturelle (environ 15°C) alimente autant de pompes à chaleur qu'il y a de bâtiments à chauffer/refroidir. Sur un principe de mutualisation des coûts et des bénéfices, cela peut permettre :

- ♦ un usage de la géothermie en mix avec d'autres énergies renouvelables et de récupération,
- ♦ une gestion optimisée sur un mode « smart grid »,
- ♦ une évolutivité du réseau et un lissage des investissements.

Cela s'avère d'autant plus pertinent si les besoins de froid et de chaud sont simultanés.

(11) Ce procédé a fait l'objet d'une déclaration au titre de la Loi sur l'Eau, validée par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer.

Le choix d'une énergie qui s'intègre harmonieusement à son environnement



TEMOIGNAGE

Ecole et maison de la petite enfance à Bois-Colombes (92)

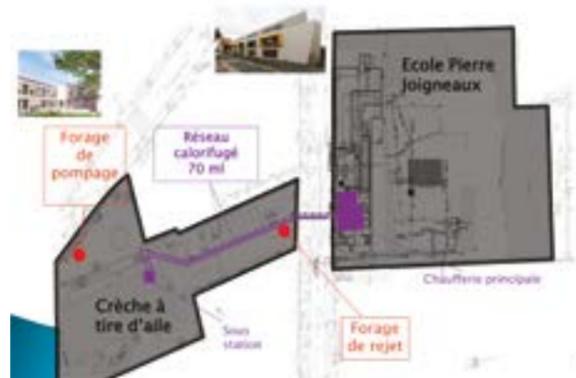
« La géothermie sur nappe à faible profondeur était la seule énergie renouvelable exploitable sur Bois-Colombes du fait de sa forte densité urbaine. La présence d'un aquifère à - 50 mètres a limité les montants financiers des forages et la technique du doublet d'équipements a permis de lisser les surcoûts d'investissement par rapport aux énergies fossiles, sur deux opérations. Ce choix reste un pari sur l'avenir et réclame une forte volonté politique et écologique, les retours d'expérience étant encore peu nombreux. Il faut s'entourer de spécialistes à la fois en géologie mais aussi en ingénierie thermique (descriptions détaillées des installations dédiées et de l'entretien du système en phase exploitation).

Yves RÉVILLON,
Maire de Bois-Colombes-Vice-Président du
Département des Hauts-de-Seine

Une énergie renouvelable économe d'espace

Au moment des travaux de forage, le terrain doit être accessible et dégagé. Une fois les forages réalisés, le chantier peut faire place à un jardin ou à des constructions. Le local technique nécessaire au fonctionnement des installations est restreint. Aucun espace de stockage n'est requis et en l'absence d'approvisionnement extérieur, cela ne génère pas de trafic supplémentaire. **L'occupation foncière de la géothermie, fort réduite, lui permet, en milieu urbain dense notamment, d'être une énergie renouvelable décisive pour l'obtention des labels BBCA et HQE.**

Localisation de l'installation



- > **Usage** Production de chaleur mutualisée pour deux équipements : l'école Pierre Joigneaux (4 598 m² depuis 2016), et la Maison de la Petite Enfance Pasteur / A Tire d'Aile (environ 1 000 m² / réception prévisionnelle en 2020).
- > **Installation achevée en 2016, seconde phase en 2020** 2 forages de 50 m (production à 13°C et réinjection à 8°C) sur aquifère, une installation technique en sous-sol.
- > **Coûts d'investissement** Surinvestissement géothermie : 386 500 € par rapport à une solution de référence 100 % gaz. Subventions ADEME : 40 800 €, Région Ile-de-France : 79 800 €.

Une énergie discrète

Une fois les travaux réalisés, la géothermie est discrète : sous terre, elle est invisible. Elle ne produit ni bruit, ni odeur. Elle est particulièrement adaptée aux bâtiments patrimoniaux, mais aussi à ceux pour lesquels l'esthétisme, le calme et le confort sont importants.



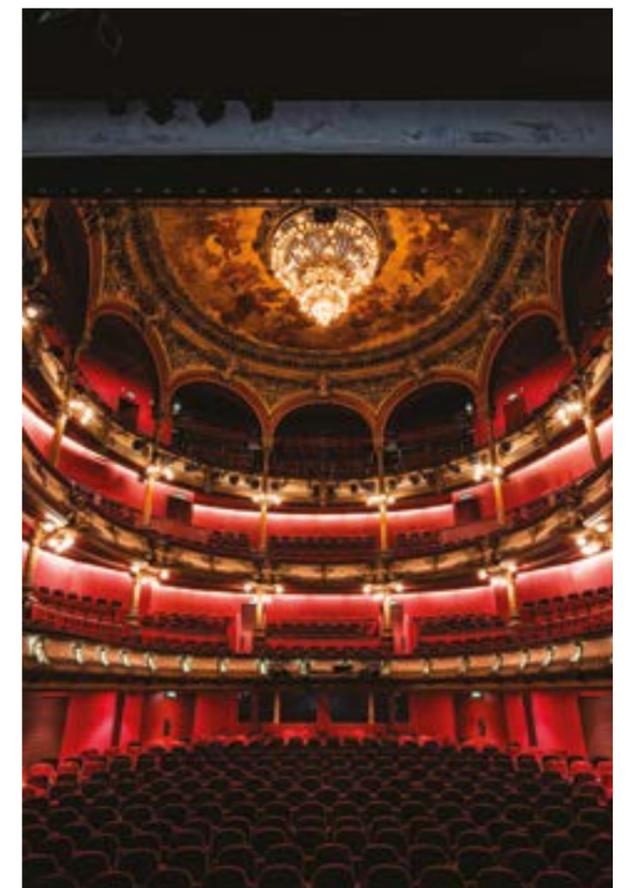
Complexe sportif de Combourg © Coquard Colleu Charrier



Halle aux grains de Blois © S2e2, Région Centre-Val de Loire



La Grande Passerelle, Saint-Malo © Architecture-Studio



Théâtre des Célestins, Lyon - Grande salle 6 © Ronan Siri



Collège des Bernardins, Paris © Laurence de Terline

RAISON 6 Le choix de technologies qui ont fait leurs preuves

Des technologies éprouvées et pérennes

Plus de 200 000 pompes à chaleur géothermiques fonctionnent en France¹². C'est donc une technologie éprouvée. De plus, elle est en amélioration constante grâce à la capitalisation sur les bonnes pratiques, aux progrès technologiques et à la recherche.

Ce sont des technologies pérennes : la durée de vie des installations sous-sol est de l'ordre de 50 ans (soit la durée de vie du bâtiment) et celle des pompes à chaleur de l'ordre de 17 ans. Leur entretien est limité et simple (à l'exception des forages sur aquifère qui nécessitent un suivi plus régulier).

Des professionnels qualifiés

La mention RGE (Reconnu Garant de l'Environnement) permet d'identifier un réseau de professionnels qualifiés (foreurs et installateurs de pompe à chaleur, entreprises de maintenance) pour les travaux mais aussi les études (sous-sol et surface).

Les qualifications RGE

Type de prestation	Signe de qualité RGE
Études / Conseil	
Installation / Pose de la pompe à chaleur	  
Installation / Pose des échangeurs souterrains (sondes, forages sur nappe)	

Financement et garantie : un accompagnement institutionnel

Un accompagnement financier incitatif à considérer : le Fonds Chaleur



<https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-l'action/produire-chaleur/fonds-chaleur-bref>

Il cofinance les investissements nécessaires aux projets de production de chaleur et/ou de froid à partir d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ainsi que les réseaux de chaleur liés à ces installations. Ces aides financières permettent à la chaleur renouvelable d'être compétitive par rapport à celle produite à partir d'énergies conventionnelles. En amont, ce dispositif peut également être sollicité pour accompagner les études de projet.

A noter :

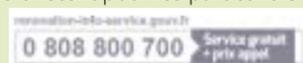
En complément du Fonds Chaleur, d'autres aides peuvent être allouées à la géothermie (Conseil régional, FEDER, ...).

Se renseigner auprès des antennes régionales de l'ADEME : <http://www.ademe.fr/regions> et des conseils en énergie partagé (CEP).

Pour savoir si votre opération est éligible au Fonds Chaleur :

<http://www.fonds-chaleur.ademe.fr>.

Des dispositifs spécifiques existent pour les particuliers : <http://www.faire.fr>



Une possibilité de garantie

Cette garantie gérée par la SAF Environnement concerne les opérations sur aquifère superficiel et couvre les risques d'échec de l'opération géothermique (débit d'exploitation insuffisant lors de la mise en œuvre du forage ou non pérenne dans le temps). Elle assure ainsi pendant 10 ans les investissements réalisés pour le captage, le transfert et la réinjection de la ressource. Elle s'adresse à des projets faisant appel à une ressource d'une profondeur inférieure à 200 mètres et utilisant une pompe à chaleur de puissance thermique supérieure à 30 kW.

(12) France Country Update EGS 2016

Coédité par l'ADEME et le BRGM
Coordinatrice de projet : Fanny Branchu
Comité de rédaction :
 ADEME : Astrid Cardona-Maestro, Norbert Bommensatt, Philippe Laplaige
 BRGM : Philippe Rocher, Mikael Philippe, Charles Maragna
Avec la collaboration de :
 AFGP : Xavier Moch, Virginie Schmidlé-Bloch
 SER : Robin Apolit, Michèle Cyna
 FNCCR : Guillaume Perrin

Les rédacteurs remercient ceux qui ont témoigné pour leur accueil et les informations fournies.

Maquette et réalisation : Kalankaa
 Illustration de couverture : Espace des Mondes Polaires © Updrone
 ISBN : 978-2-7159-2688-2

Pour aller plus loin



www.geothermie-perspectives.fr : le site institutionnel exclusivement dédié à la géothermie, réalisé conjointement par le BRGM et l'ADEME. En ligne, des infos et des articles sur les différentes formes de géothermie, les technologies, les usages et les applications, la réglementation, les aides possibles, les cartes régionales des ressources géothermiques et des zonages réglementaires...



www.ademe.fr : le site de l'ADEME conseille et oriente les porteurs de projets dans leurs choix grâce à son expertise technique, sa connaissance des réseaux de professionnels compétents ainsi qu'à ses outils sous forme de fiches, de guides et de cahiers des charges.



www.afpg.asso.fr : le site de l'Association Française des Professionnels de la Géothermie avec des informations sur la filière, le marché, les acteurs, des fiches exemples, la boîte à outils « géothermie très basse énergie » et un espace « particuliers » pour bien gérer son projet de géothermie de surface.

ADEME
20 avenue du Grésillé,
BP 90406
49004 Angers Cedex 01
Tél. : +33 (0)2 41 20 41 20
Fax : +33 (0)2 41 87 23 50
www.ademe.fr



BRGM
3 avenue Claude-Guillemin,
BP 36009
45060 Orléans Cedex 02
Tél. : +33 (0)2 38 64 30 21
Fax : +33 (0)2 38 64 35 18
E-mail : georessources@brgm.fr
www.brgm.fr

