

RAFRAÎCHISSEMENT
À CHALEUR

SONDES VERTICALES
POMPE À CHALEUR
EAU SOUTERRAINE

CHAUFFAGE
PERFORMANCES
ÉCONOMIE
COÛT

CHANGEMENT CLIMATIQUE

MAÎTRES D'OUVRAGE

BÂTIMENTS COLLECTIFS

GÉOTHERMIE
D'AVENIR

Comprendre et choisir la géothermie

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

DIRECTION RÉGIONALE
PAYS DE LA LOIRE

Maîtres d'ouvrage, architectes
et tous ceux qui veulent chauffer ou refroidir un bâtiment

LIVRET TECHNIQUE

Comprendre et choisir la géothermie

Sommaire

Pourquoi ce livret ?	3
1 Qu'entend-on par « Géothermie » ?	4/5
2 Comprendre la Pompe À Chaleur géothermique « sur sondes »	
• Pompe à chaleur sur champ de Sondes Géothermiques Verticales (PAC sur SGV)	6
• Pompe à chaleur géothermique sur Fondations ThermoActives(PAC sur FTA)	7
3 Comprendre la Pompe À Chaleur géothermique « sur eau »	
• Pompe à chaleur géothermique sur Eau SouTerraine (PAC sur EST)	8
• Pompe à chaleur sur Eau de Mer (PAC sur EDM)	9
4 La géothermie, par extension	
• Applications similaires à la géothermie	10
• Utilisation des PAC géothermiques pour alimenter des micro-réseaux de chaleur et de froid	10
5 Monter un projet de PAC géothermique en Pays de la Loire	11
6 Pour aller plus loin	12/13
• Mémo 1 : Fonctionnement d'une PAC & comparaison géothermie/aérothermie	12
• Mémo 2 : Les PAC électriques et les PAC gaz à absorption	12
• Mémo 3 : Analyse économique en coût global	13
• FAQ	12/13
• L'ADEME contacts	13

Foration pour PAC sur SGV



© ADEME

Pourquoi ce livret ?

Notre époque doit faire face à de grands enjeux énergétiques et climatiques. Les choix d'énergie pour un bâtiment ont de nombreux impacts, bons ou mauvais, forts ou faibles, à court ou long terme, locaux et internationaux.

Les réglementations thermiques qui se succèdent rendent la construction et la rénovation de bâtiment de plus en plus complexe. Dans ce contexte, il est difficile pour les maîtres d'ouvrages de s'informer sur les différentes solutions énergétiques performantes.

Par l'intermédiaire de ce livret technique, l'ADEME Pays de la Loire a souhaité synthétiser les principales informations qu'il est utile de connaître pour envisager, étudier et éventuellement choisir la géothermie afin de chauffer et refroidir des bâtiments. Il est principalement destiné aux maîtres d'ouvrage (hors particuliers) et architectes.

Si l'ADEME a réalisé ce livret, c'est d'abord parce qu'elle juge que cette filière propose des solutions énergétiques pertinentes et que celles-ci méritent d'être mieux connues des maîtres d'ouvrage et bien plus souvent appliquées.

Ce livret décrit les différentes techniques de géothermie, leurs avantages, leurs limites et leurs potentiels en Pays de la Loire. Il donne des repères, des chiffres clés puis présente les principales étapes d'un projet.



Mise en place d'un puits géothermique pour PAC sur EST

© ADEME

I Qu'entend-on par géothermie ?



© ADEME

		Géothermie profonde et intermédiaire Utilisation directe de la chaleur		Géothermie assistée par pompe à chaleur Applications en maison individuelle	
Type de technologie		Centrale électrique géothermique	Chauffage urbain en géothermie profonde	Pompe à chaleur géothermique sur 1 ou 2 sondes verticales	Pompe à chaleur géothermique sur capteurs horizontaux et autres capteurs à faible profondeur
Objet		Production d'électricité	Chauffage et eau chaude sanitaire	Chauffage, refroidissement et/ou préchauffage d'eau sanitaire	
Applications et cibles		Fourniture d'électricité à des milliers de logements ou à des industriels	Alimenter en énergie un gros réseau de chaleur urbain de plusieurs milliers de logements	Maison individuelle	
Type de ressource naturelle exploitée		Eau très chaude (~ 150-300 °C) disponible à grande profondeur (~ 1-3 km) dans certaines zones géologiques très particulières (Guadeloupe par exemple)	Eau chaude (~ 50-100 °C) disponible à grande profondeur (~ 0,5-3 km) dans certaines zones géologiques (bassins parisien et aquitain par exemple)	Croûte terrestre entre 0 et 200 m de profondeur	Croûte terrestre sur ~ 0,5 à 5 m de profondeur environ
Potentiel de développement en Pays de la Loire		Aucun potentiel		Très bon potentiel sur presque toute la région	
Fréquence et maturité technologique		Recherche et développement	Courant dans certaines zones Nombreux retours d'expériences	Très courant	

Non développé dans ce livret car ces solutions n'ont aucun potentiel dans la région.

Non développé dans ce livret car ces solutions concernent les applications en maisons individuelles. Pour plus d'information, contactez les Espaces Info Énergie www.info-energie-paysdelaloire.fr

Géothermie assistée par pompe à chaleur Applications en bâtiment collectif et tertiaire			
Pompe à chaleur géothermique sur champ de sondes	Pompe à chaleur géothermique sur fondations thermoactives	Pompe à chaleur géothermique sur eau de sous-sol (ou sur « aquifère »)	Pompe à chaleur géothermique sur eau de surface (mer, rivière, lac...)
Chauffage, refroidissement et/ou préchauffage d'eau sanitaire	Chauffage et refroidissement d'un bâtiment	Chauffage, refroidissement et/ou préchauffage d'eau sanitaire	
Bâtiments ou ensemble de bâtiments jusqu'à ~ 5 000 m ² environ	Bâtiments ayant des fondations assez nombreuses et profondes (> 10 m)	Bâtiments ou ensemble de bâtiments de taille moyenne à grande (~ 2 000 à 20 000 m ² environ)	
Croûte terrestre entre 0 et 200 m de profondeur	La croûte terrestre à l'échelle de la profondeur des fondations d'un bâtiment	Eau tempérée (~ 12-20 °C) contenue dans le sous-sol des 200 premiers mètres de la croûte terrestre	Eau de surface tempérée (~ 0-20° C)
Très bon potentiel sur presque toute la région	Bon potentiel, à nuancer selon les zones géologiques	Bon potentiel, à nuancer fortement selon les zones géologiques et géographiques	
Très courant	Quelques projets en France Très courant en Suisse et Autriche	Très courant	Peu courant, en développement

Ces solutions présentent un bon, voire très bon, potentiel dans la région. Ce livret vous aidera à mieux connaître les avantages et limites de chacune de ces applications et à comprendre les étapes pour monter un projet. Pour aller plus loin sur les types de géothermie : www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique géothermie.

2 Comprendre la pompe à chaleur géothermique « sur sondes »

Pompe à chaleur sur champ de sondes géothermiques verticales (PAC sur SVG)

Principe

Un système de PAC sur SVG consiste à faire circuler, en circuit fermé, un liquide composé d'eau et d'antigel dans plusieurs sondes verticales, constituées par un réseau de tubes en résine disposés à la verticale dans des forages de 100 m de profondeur environ, afin d'échanger de l'énergie par simple transfert de chaleur puis de l'acheminer jusqu'à la pompe à chaleur.

En surface, la PAC permet de transférer la chaleur puisée dans le sol vers le bâtiment à chauffer (c'est le mode chauffage) ou d'injecter de la chaleur en provenance du bâtiment vers le sol (c'est le mode refroidissement du bâtiment). Le champ de sondes peut également être utilisé comme source de rafraîchissement sans avoir recours aux pompes à chaleur : on parle de mode « geocooling » ou « freecooling ».

Très bon potentiel en Pays de la Loire

La faisabilité de PAC sur SVG est évaluée en fonction de l'adéquation d'un potentiel géologique et de besoins énergétiques. Il faut pour cela conduire des études approfondies. On estime à environ 70 % la part du territoire des Pays de la Loire ayant une géologie très favorable aux PAC sur SVG, et à seulement 5 % la part du territoire où ces applications sont impossibles.

Avantages

- Peut subvenir aux besoins de chauffage, refroidissement et préchauffage d'eau chaude sanitaire.
- Système fiable et performant : les retours d'expériences réels de l'ADEME montrent que pour

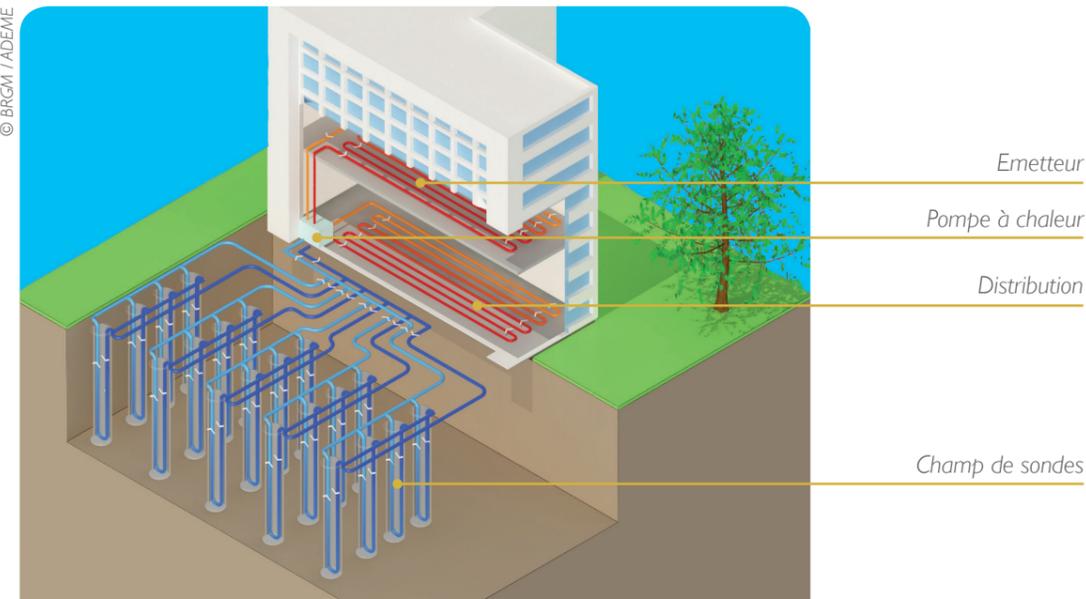
1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC, 3,5 à 5 kWh sont restitués au bâtiment.

- Les performances du système sont régulières tout au long de l'année, elles ne dépendent pas du climat.
- Les projets bien adaptés et bien dimensionnés sont très avantageux en coût global. Les systèmes hybrides (avec une chaudière d'appoint) sont souvent les plus pertinents économiquement.
- Le mode « freecooling » permet de rafraîchir un bâtiment à des coûts et performances exceptionnelles.
- Durée de vie des sondes géothermiques très longue (supérieure à 30 ans).

Limites

- Surcoût d'investissement relativement important. Les systèmes hybrides (avec chaudière d'appoint) sont souvent de bons compromis technico-économiques.
- Les études de faisabilité géothermiques sont parfois plus coûteuses que pour d'autres énergies et viennent s'ajouter aux études thermiques réglementaires, mais des subventions peuvent exister (voir paragraphe « L'ADEME peut vous aider »).
- Nécessite une maintenance qualifiée, mais qui reste simple et peu onéreuse par rapport à d'autres énergies.
- Si elle est trop sollicitée, la réserve locale de chaleur du sous-sol peut s'épuiser. Pour éviter cela, des précautions de dimensionnement ou de recharge thermique du sous-sol (naturelle ou artificielle) doivent être étudiées.

Schéma d'un bâtiment avec un champ de sondes



Chaufferie : départ des sondes géothermiques

Pompe à chaleur géothermique sur fondations thermoactives (PAC sur FTA)

Principe

Le principe est similaire aux PAC sur SVG. La particularité vient du fait que les sondes géothermiques sont intégrées aux fondations du bâtiment, si tant est que celles-ci soient suffisamment profondes (>10 m en général). Les sondes géothermiques sont de ce fait plus petites que pour les PAC sur SVG mais parfois plus nombreuses et les enjeux technico-économiques sont légèrement différents.

Cette technologie est courante depuis longtemps dans certains pays comme l'Autriche. Plusieurs sites fonctionnent déjà en France et donnent satisfaction. La filière française en est à ses débuts mais est assez prometteuse.

Bon potentiel en Pays de la Loire

Le potentiel correspond à l'ensemble des bâtiments neufs nécessitant des fondations profondes de plus de 10 m environ, ou avec des parois souterraines (parking souterrain par exemple).

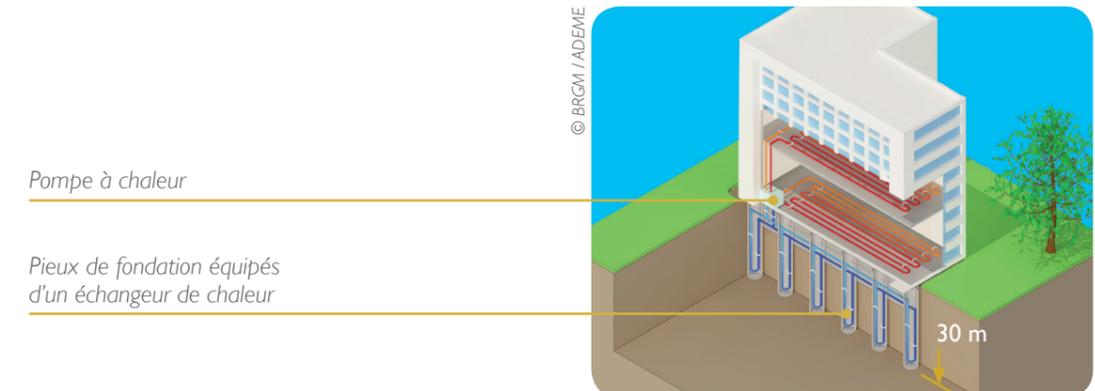
Avantages

- Aucune consommation de foncier supplémentaire : avantage important en milieu urbain très contraint.
- Le surcoût est raisonnable et le bilan en coût global souvent très intéressant.
- Les performances du système sont relativement régulières tout au long de l'année.

Limites

- Comme pour les PAC sur SVG, il faut impérativement étudier l'équilibre thermique du sous-sol à moyen et long terme.
- Le nombre de professionnels qualifiés pour la conception et la mise en œuvre sont peu nombreux.
- Nécessite une maintenance qualifiée, mais qui reste simple et peu onéreuse par rapport à d'autres énergies.

Schéma d'un bâtiment avec fondations thermoactives et parois moulées



3 Comprendre la pompe à chaleur géothermique « sur eau »

Pompe à chaleur géothermique sur eau souterraine (PAC sur EST)

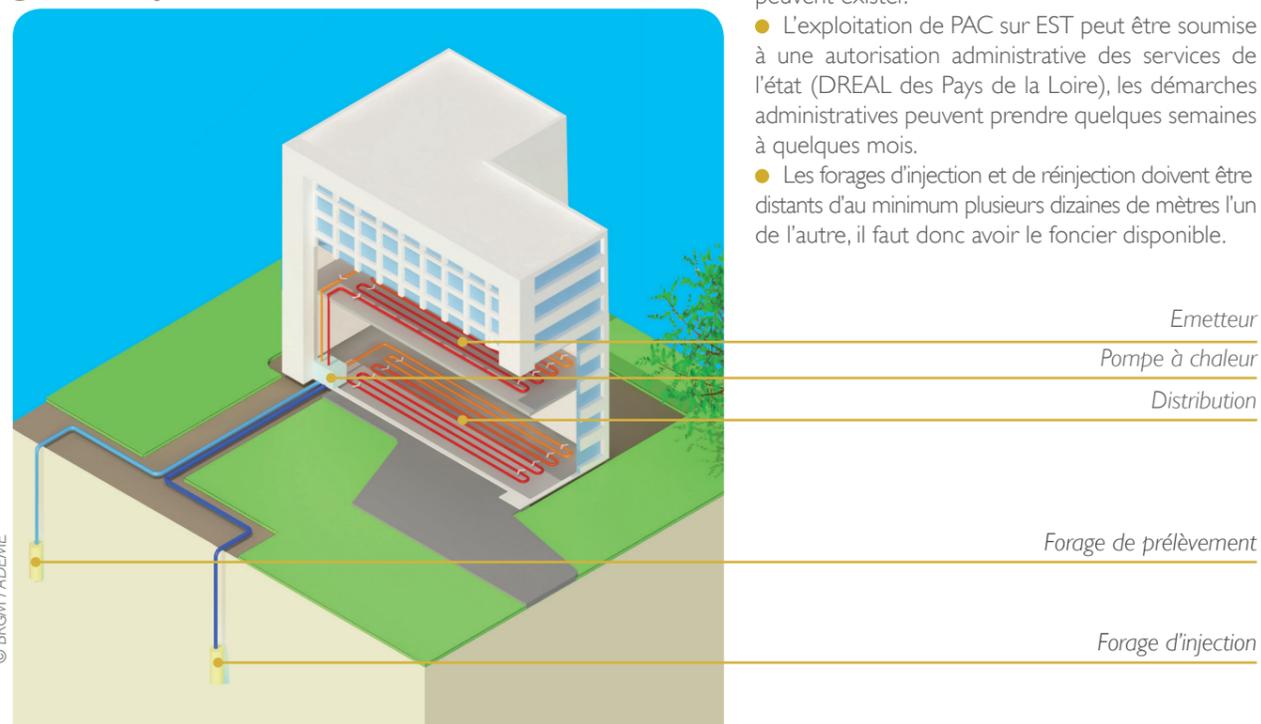
Principe

Un système de PAC sur EST, couramment appelée PAC sur aquifère ou encore PAC sur eau de nappe, consiste à pomper de l'eau située dans le sous-sol par l'intermédiaire d'un forage pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la PAC afin d'en prélever l'énergie, avant de réinjecter l'eau dans le sous-sol par l'intermédiaire d'un second forage. La PAC permet alors de transférer la chaleur prélevée dans l'eau vers le bâtiment à chauffer (mode chauffage) ou d'injecter de la chaleur en provenance d'un bâtiment vers l'eau (mode rafraîchissement). L'eau peut également être utilisée simplement par un échangeur comme source de rafraîchissement sans avoir recours aux PAC : on parle alors de « geocooling » ou « freecooling ».

Potentiel nuancé en Pays de la Loire

Les PAC sur EST sont directement assujetties aux caractéristiques hydrogéologiques du site en termes de disponibilité et de qualité de l'eau au droit du projet. Certaines zones des Pays de la Loire contiennent de l'eau en quantité suffisante pour subvenir aux besoins de chaleur et/ou de froid de très gros bâtiments, d'autres zones n'en contiennent quasiment pas. D'autre part, la qualité de l'eau rencontrée, autrement dit sa composition chimique, peut parfois endommager les ouvrages techniques et d'autre fois n'avoir aucun impact de ce type. Le potentiel est donc très aléatoire et doit être étudié par des experts en hydrogéologie.

Schéma d'un bâtiment avec un doublet géothermique



Avantages

- Peut subvenir à des besoins de chauffage, refroidissement et préchauffage d'eau chaude sanitaire pour un voire plusieurs bâtiments.
- Système souvent très performant : les retours d'expériences réels de l'ADEME montrent que pour 1 kWh d'énergie électrique consommée par la PAC, 4,5 à 5,5 kWh sont restitués au bâtiment.
- Les performances du système sont régulières tout au long de l'année.
- Les projets peuvent être extrêmement avantageux en coût global.
- Le mode « freecooling » permet de rafraîchir un bâtiment à des coûts et performances exceptionnelles.

Limites

Lorsque l'on a la chance d'avoir une source en eau importante, de qualité et à faible profondeur, les PAC sur EST sont très pertinentes d'un point de vue environnemental, technique et économique ; il n'y a pas vraiment d'équivalent pour le même service rendu. Mais l'eau disponible peut parfois être en quantité insuffisante voire quasi nulle, en qualité partiellement ou totalement inadaptée, située à trop grande profondeur (le coût du forage est alors élevé)... Il faut alors étudier si le compromis reste avantageux ou non.

- Les études de faisabilité sont pointues et coûtent cher, comparées aux autres systèmes énergétiques, mais des solutions d'assurance et de subvention peuvent exister.
- L'exploitation de PAC sur EST peut être soumise à une autorisation administrative des services de l'état (DREAL des Pays de la Loire), les démarches administratives peuvent prendre quelques semaines à quelques mois.
- Les forages d'injection et de réinjection doivent être distants d'au minimum plusieurs dizaines de mètres l'un de l'autre, il faut donc avoir le foncier disponible.



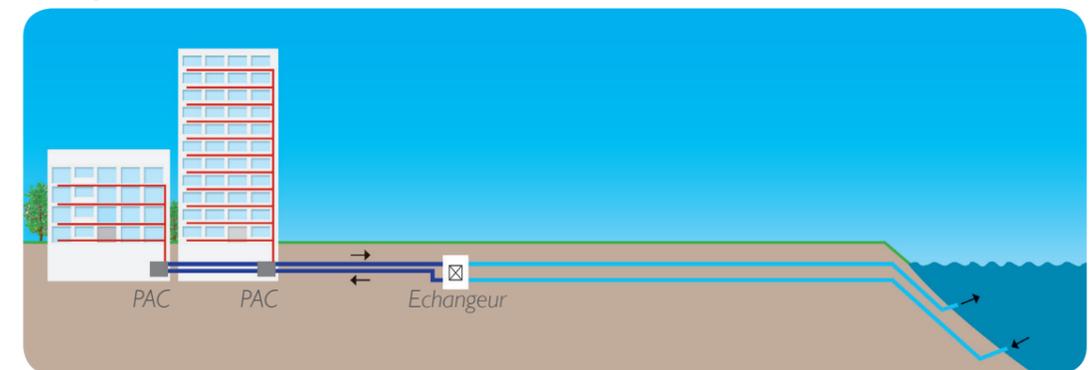
Mise en place d'un puits géothermique pour PAC sur EST

Pompe à chaleur sur eau de mer (PAC sur EDM)

Les PAC sur EDM fonctionnent sur le même principe théorique que la PAC sur EST. Les caractéristiques et contraintes techniques, économiques, réglementaires et environnementales sont assez spécifiques, mais peuvent répondre de façon tout à fait pertinente aux besoins énergétiques d'un ou plusieurs bâtiments. Quelques exemples français existent déjà.

Dans le cas d'une PAC sur eau de mer, la ressource thermique prélevée en profondeur (50 m par exemple) est relativement stable en température et inépuisable. La pertinence d'un tel système résulte d'un compromis entre son coût, la nature et la quantité de besoins énergétiques, la taille du réseau de tuyauterie... L'alimentation en énergie de plusieurs bâtiments permet souvent de rentabiliser l'investissement.

Exemple de PAC sur eau de mer



4 La géothermie, par extension

Applications similaires à la géothermie

A partir du moment où l'on trouve à proximité d'un bâtiment une ressource en eau dont la température est relativement stable, on peut appliquer le même principe que celui de la géothermie pour produire du froid ou de la chaleur. Voici quelques exemples de ressources de ce type :

- les PAC sur eaux usées : eaux issues de canalisations urbaines d'eaux usées,

- les PAC sur eaux d'épuration : eaux usées/traitées situées à l'entrée ou à la sortie des stations d'épuration,

- les PAC sur eau de récupération : eaux rejetées par un process industriel ou agricole, eaux issues de circuits d'évacuation de chaleur de groupes frigorifiques...

Utilisation des PAC géothermiques pour alimenter des micro-réseaux de chaleur et de froid

En fonction de la nature et des caractéristiques d'une ressource géothermique, il est parfois possible d'alimenter en chaud et/ou en froid plusieurs bâtiments, voire un quartier.

Les PAC sur SGV peuvent trouver des applications en micro-réseaux « en ligne » ou « en étoile », c'est-à-dire à l'échelle de quelques bâtiments disposés sur une même rue, ou répartis en îlot.

Les PAC sur EST et sur eau de mer par exemple, peuvent se développer à l'échelle de quartiers entiers, sous forme de :

- « boucle d'eau tempérée » ou « boucle décentralisée »,

c'est-à-dire un réseau d'eau à température similaire à celle de la source naturelle (environ 15° C), qui alimente autant de PAC qu'il y a de bâtiments à chauffer et/refroidir,

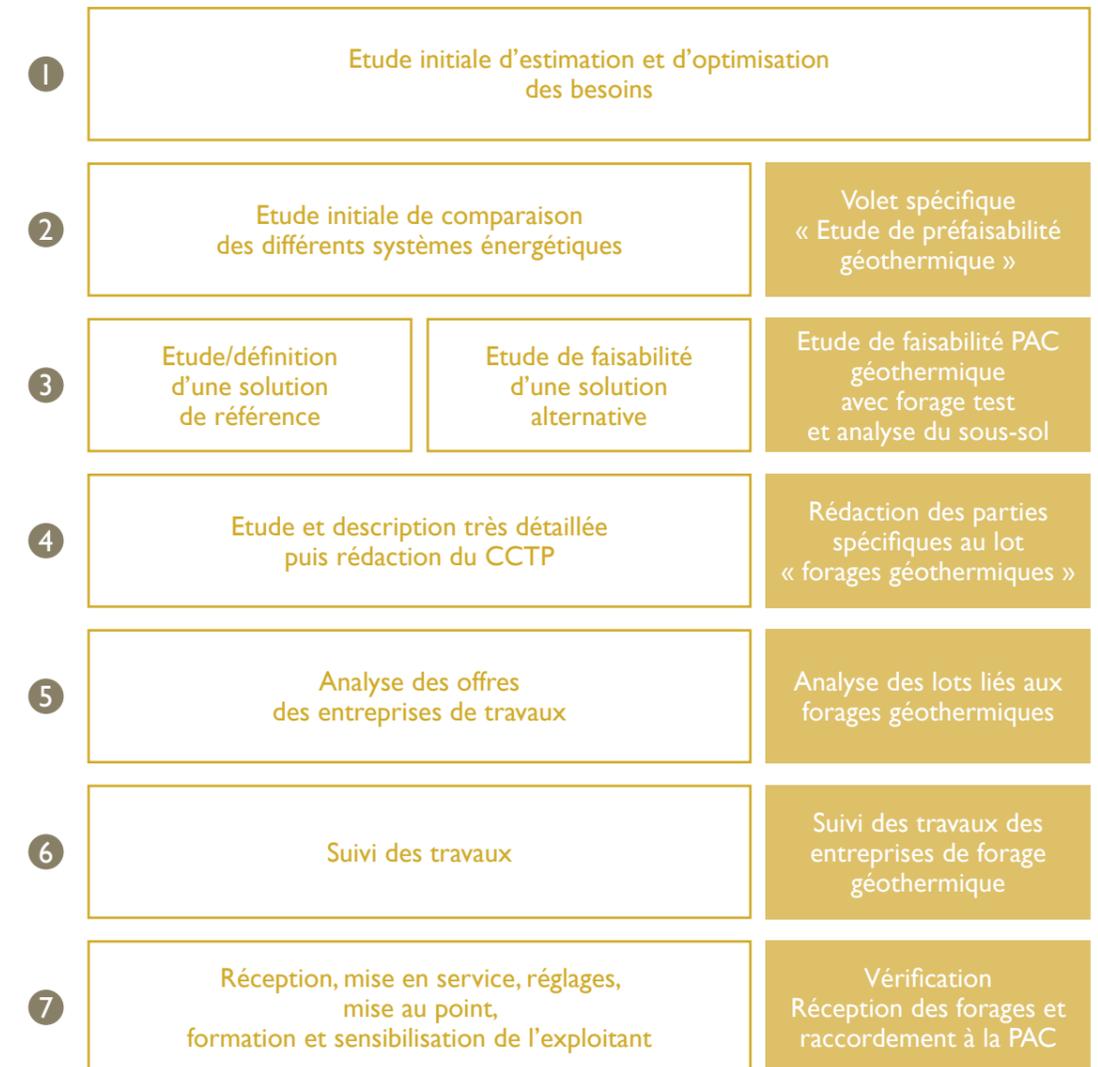
- réseau de chaleur et/ou réseau de froid, c'est à dire un réseau qui est alimenté par une PAC centrale qui peut produire du chaud (à environ 45-50° C) dans un réseau et/ou du froid dans un réseau parallèle, et qui fournit de l'énergie à tous les bâtiments raccordés.



© BRGM

5 Monter un projet de PAC géothermique en Pays de la Loire

Etudier et choisir une PAC géothermique pour un bâtiment ou un groupe de bâtiments présente des particularités par rapport à d'autres types de systèmes énergétiques, voici comment peuvent s'intégrer les démarches spécifiques d'un projet géothermique :



Réaliser des études de faisabilités géothermiques exige des connaissances et une expertise pointues. Très rares sont les entreprises qui possèdent l'ensemble des compétences nécessaires. Il est donc souvent pertinent de s'adjoindre les compétences d'un bureau d'études thermiques généraliste et celles d'un autre bureau d'études spécialisé dans la géothermie et l'hydrogéologie, et ce, le plus en amont possible du projet.

6 Pour aller plus loin

Mémo 1

Fonctionnement d'une PAC & comparaison entre la géothermie et l'aérothermie

Une pompe à chaleur est une machine à « cycle thermodynamique », comme les réfrigérateurs. Elle a la particularité de pouvoir prélever de la chaleur dans un milieu à faible température et de la restituer dans un milieu à température plus élevée. Plus l'écart de température entre ces deux milieux est faible, meilleures seront les performances de la PAC.

Dans le cas de la géothermie, la source dite « froide » (le sous-sol ou l'eau du sous-sol) est à environ 12-15°C toute l'année, et les circuits de chauffage, la source dite « chaude », fonctionnent en général entre 30 et 45°C. Les émetteurs de chaleur peuvent être par exemple des planchers chauffants ou radiateurs basse température.

Dans le cas de l'aérothermie, le fonctionnement est similaire, mais la source froide est l'air. Or, la température de l'air varie fortement en fonction des saisons. Ainsi, en hiver, la différence de température entre le milieu à faible température (air à -5°C par exemple) et le milieu à température plus élevée est très grande et les performances de la PAC bien plus faibles.

La régularité des performances d'une pompe à chaleur géothermique est un très gros avantage pour le chauffage d'hiver.

FAQ

Les PAC électriques ont-elles un impact néfaste sur le réseau de distribution d'électricité ?

Dans certains cas particuliers, l'accumulation de PAC électriques sur un même réseau communal d'électricité peut générer des chutes de tensions. Avant d'investir, l'ADEME préconise de se rapprocher de son syndicat d'électricité local pour s'assurer que cela n'arrivera pas.

Mémo 2 Les PAC électriques et les PAC gaz à absorption

Actuellement, les PAC géothermiques fonctionnent en général à l'électricité. Néanmoins, depuis quelques années, un nouveau type de PAC commence à se développer : la PAC gaz à absorption. Comme les PAC électriques, elles peuvent être soit aérothermiques, soit géothermiques. Mais le principe théorique de fonctionnement est assez différent, et les critères de choix technico-économiques le sont aussi. L'impact environnemental reste néanmoins globalement assez similaire.

PAC géothermiques électriques	PAC géothermiques gaz à absorption
Investissement initial assez élevé	Investissement initial un peu moins élevé
Retours d'expériences précis et fiables qui prouvent les très bonnes performances des installations bien dimensionnées	Peu de retours d'expériences pour l'instant dans les bâtiments de logements collectifs et tertiaires
Coefficient de performance (COP) réel autour de 4-5 à l'échelle du bâtiment (énergie finale) et 1-2 à l'échelle de la France (énergie primaire)	Coefficient de performance (COP) réel autour de 1 à 2 à l'échelle du bâtiment (énergie finale) et 1-2 à l'échelle de la France (énergie primaire)
Bon bilan environnemental	Bon bilan environnemental

FAQ

On entend dire que les performances des pompes à chaleur ne sont pas aussi élevées que ce que disent les fabricants. Qu'en dit l'ADEME ?

Pour les PAC aérothermiques, il y a effectivement souvent une différence notable entre les performances théoriques normées calculées par les fabricants et les performances réelles. Ceci vient principalement du fait que la température de la ressource (l'air) fluctue et fait varier à la baisse les performances en hiver.

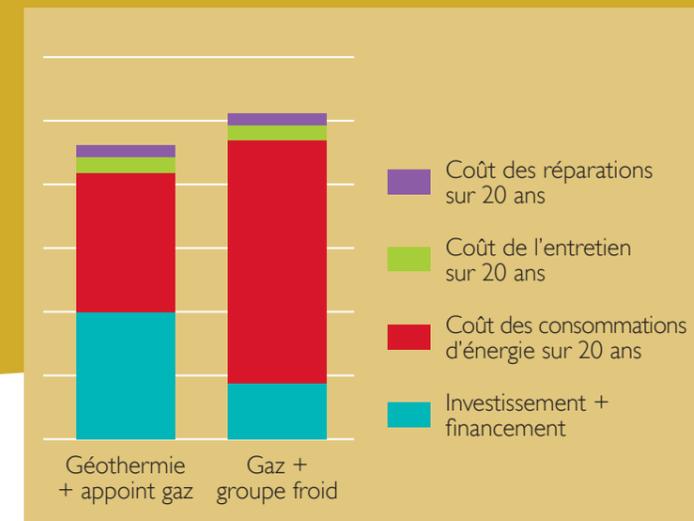
En géothermie, ce problème n'existe pas puisque la ressource naturelle est en général très stable toute l'année.

Ceci étant, pour assurer le bon fonctionnement de n'importe quelle installation énergétique, il est nécessaire d'assurer périodiquement des actions de maintenance préventives voire curatives et de suivre régulièrement les performances.

Mémo 3 Analyse économique en coût global

Une analyse économique d'un choix énergétique ne peut se faire qu'en coût global, c'est-à-dire prenant en compte toutes les dépenses liées au système sur une période donnée, par exemple 20 ou 30 ans. Chaque tranche de dépense (investissement, dépenses énergétiques, maintenance...) peut être analysée selon son coût, sa fluctuation, son incertitude, son impact sur l'emploi... puis comparée au coût global d'une solution de référence.

On remarque alors souvent que la géothermie présente de nombreux arguments économiques :



- Total du coût global favorable et moins aléatoire dans le temps.
- Dépenses énergétiques beaucoup plus faibles, donc diminution de la dépendance géopolitique, diminution de la vulnérabilité à l'évolution du prix de l'énergie.
- Investissement important, favorable à l'emploi local.

Comparaison des coûts de deux systèmes énergétiques sur 20 ans

FAQ

Les systèmes hybrides sont-ils plus économiques ?

Les systèmes hybrides, avec une PAC géothermique et un appoint de chauffage et/ou de froid, ont l'inconvénient de faire intervenir plusieurs systèmes. Il faut donc être très attentif aux réglages et à l'exploitation des systèmes, ce qui demande des compétences très pointues. Par contre, ce sont souvent les systèmes les plus pertinents d'un point de vue technico-économique, c'est pourquoi ils sont très répandus.

L'ADEME peut vous aider :

L'ADEME Pays de la Loire peut informer et aider les maîtres d'ouvrage à orienter leurs projets en phase amont et faciliter les rencontres avec les maîtres d'ouvrage et professionnels ayant déjà réalisé des installations. En fonction des années, des politiques nationales et régionales, l'ADEME Pays de la Loire peut proposer des subventions pour la réalisation d'études préalables géothermiques et pour le cofinancement des travaux.

Contacts :

ADEME Pays de la Loire : 02 40 35 68 00 (standard)
ademe.paysdelaloire@ademe.fr

AFPG Association Française des Professionnels de la Géothermie : 09 81 64 74 12
contact@afpg.asso.fr

En savoir plus :

www.paysdelaloire.ademe.fr
www.geothermie-perspectives.fr/
www.afpg.asso.fr/
www.brgm.fr/

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

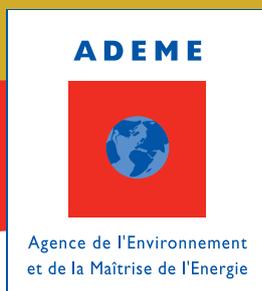
L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Coordination et rédaction technique :

François Le Guilcher (ADEME)

Coordination éditoriale :

Yves Pageot et Susana Nunes (ADEME)



ADEME Direction Régionale des Pays de la Loire
5 bd Vincent Gâche - CS 90302 - 44203 Nantes Cedex 2
Tél. 02 40 35 68 00 - Fax 02 40 35 27 21
ademe.paysdelaloire@ademe.fr - www.paysdelaloire.ademe.fr

www.ademe.fr