

guide de la géothermie et de l'aérothermie

" la géothermie chez moi "



© Pascalito - M6

FRANCE GÉOTHERMIE
8, rue Paul Héroult - 38190 Villard Bonnot - France
tél. : 04 76 45 96 40 - fax : 04 76 45 05 80
www.france-geothermie.fr

CONCEPTION RÉDACTION
Agence DMA
Tél. : 01 34 58 00 34

DESIGN GRAPHIQUE ET ILLUSTRATIONS
Groupe Curious communication
www.groupe-curious.com

IMPRESSION
Coquand - La Typo
www.coquand-latypo.fr

CRÉDIT PHOTOS
France Géothermie, Photos.com

Écologique, renouvelable, économique, la géothermie est sans conteste, pour nos maisons, une énergie d'avenir. Pourquoi n'est-elle pas plus répandue dès aujourd'hui ? À mon avis, parce qu'elle est victime de deux idées fausses :

- on la croit encore réservée à des zones volcaniques, là où jaillissent geysers, fumerolles et sources chaudes, alors qu'elle est exploitable à peu près partout, à l'exception de quelques sols particulièrement rocailleux,
- on la croit - à tort ! - compliquée à mettre en œuvre, le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur n'étant pas, il est vrai, facile à expliquer. Pourtant pas besoin d'être un as en thermodynamique pour bénéficier de cette énergie particulièrement économique à l'usage et totalement non polluante !

Un avis que vous partagerez, j'en suis sûr, après avoir lu ce guide particulièrement clair et pratique !

MAC LESGGY

Historique

7

- De l'utilisation à l'exploitation 8
- Des évolutions différentes pour deux types d'utilisations 10

Le principe de la géothermie

11

- À quoi ça sert ? 12
- Comment ça marche ? 12
- Le captage horizontal 14
- Le captage vertical 16
- Le captage sur nappe d'eau souterraine 18
- Le captage aérien 20

Les pompes à chaleur

21

- Un fonctionnement simple 22
- Les différentes technologies 25
- Les différents types de pompes 26

Quelles utilisations ?

27

Le chauffage de la maison	28
L'eau chaude sanitaire (ECS)	30
Le chauffage de la piscine	31
Le rafraîchissement /la climatisation	32

Une solution écologique et économique

33

Une solution écologique	34
Une solution économique	36
Les aides disponibles	38

La géothermie chez moi

39

La géothermie chez moi : pourquoi ?	40
Le confort d'utilisation	41
Les bonnes questions à se poser	42
Que dois-je faire pour m'équiper ?	43
À qui puis-je m'adresser ?	44
Questions /Réponses	46



Historique

"Mes ancêtres utilisaient déjà la géothermie"

Le terme géothermie est formé de deux éléments issus du grec : « géo » qui contient le radical « gè » (la terre) et « thermie » qui vient de « thermos » (chaud). Aujourd'hui, quand on parle de géothermie, cela désigne soit l'étude des variations de température en fonction de la profondeur du sol, soit une forme d'énergie naturelle utilisant la chaleur de la terre.

De l'utilisation à l'exploitation8

Des évolutions différentes pour deux types d'utilisations10



De l'utilisation...

L'utilisation par l'homme de la chaleur de la terre ne date pas d'hier !
Les premières traces remonteraient à 12 000 ans dans les régions volcaniques (au Japon notamment) où l'eau chaude naturelle servait à cuire les aliments, à se baigner et, déjà, à se chauffer.



Source thermominérale.

De l'Antiquité au Moyen Âge

De nombreuses civilisations ont développé la pratique des bains thermaux. C'est notamment le cas des Étrusques, des Ottomans, des Chinois et, bien sûr, des Romains qui l'ont largement perfectionnée.

En France, la ville de Chaudes-Aigues (aigues venant de *aqua*, l'eau en latin) possède la source thermominérale la plus chaude d'Europe (82°C). Des archives historiques révèlent que dès 1330 un réseau distribuait l'eau géothermale à quelques maisons moyennant une rétribution versée au seigneur et que l'eau chaude servait aussi à des usages industriels (ex. : le lavage de la laine), ou pour la cuisine.

Bref, les exemples montrant que l'homme utilisait la chaleur de la terre ne manquent pas. Mais c'est véritablement à

partir du XIX^e siècle, lors de la révolution industrielle, qu'il va commencer à l'exploiter et mettre au point des techniques spécifiques.

Un tournant majeur à la Révolution Industrielle

Dans la région de Volterra, en Toscane, des petits bassins d'eau chaude saumâtre, qui servaient déjà du temps des Étrusques à la fabrication des émaux, étaient toujours exploités au XVIII^e siècle pour le soufre, le vitriol et l'alun qu'ils contenaient. En 1818, un français, François Larderel, a l'idée de faire sortir la vapeur à une pression suffisante pour alimenter des chaudières d'évaporation et pomper les **eaux boriquées** par la technique des « **lagoni couverts** ». Par la suite, le prince de Conti poursuit les travaux de Larderel et réussit, en 1904, à faire fonctionner des ampoules électriques via



Maison de Radio France, construite en 1963, est l'un des premiers chantiers géothermiques urbains français.

Un développement mondial...

Parallèlement, d'autres explorations sont entamées dans le monde entier (États-Unis, Chili, Japon, Indonésie...). Ainsi, en 1930, le premier réseau de chauffage urbain apparaît à Reykjavik : il permet alors d'alimenter 100 maisons, 2 piscines, un hôpital et une école. Aujourd'hui, c'est la quasi-totalité de la capitale islandaise qui est chauffée par la géothermie.

... mais aussi dans l'hexagone

une dynamo entraînée par une turbine à vapeur géothermique. Ces expériences marquent le début du développement des applications industrielles de la géothermie. C'est d'ailleurs à Larderello (du nom même de Larderel) que commence dès 1913 l'exploitation de la géothermie haute énergie.

En France, le chauffage par géothermie commence véritablement à se développer dans les années 60, pour les réseaux urbains de chaleur mais aussi pour le chauffage de serres agricoles et pour la pisciculture. Dès 1963, une opération pionnière est menée à la Maison de la Radio, dans le XVI^e arrondissement de Paris. D'autres suivront à partir de 1969.



Maison de Radio France

Le système de chauffage et de climatisation puise l'eau de l'aquifère de l'Albien (une des nappes d'eau souterraine du sous-sol parisien), à 600 mètres de profondeur, à une température de 27° C.

Eau boriquée eau à forte teneur en acide borique, réputée pour son caractère antiseptique et antibactérien.

Lagoni points de sortie d'une source d'eau chaude (sortes de petits geysers).

Des évolutions différentes pour deux types d'utilisations

Face à l'épuisement des sources d'énergies fossiles et à la nécessité de prévenir le réchauffement climatique dû à l'augmentation de l'effet de serre, la géothermie, énergie renouvelable non polluante, est une solution qui s'impose dans le cadre d'une diversification des sources d'énergies.

La géothermie pour produire de la chaleur

- La géothermie « **très basse énergie** » exploite des réservoirs situés à moins de 100 mètres sous terre dont l'eau a une température inférieure à 30° C. Elle est utilisée pour le chauffage, le rafraîchissement et la climatisation de maisons individuelles et de bâtiments tertiaires (crèches, écoles, maisons de retraite...) mais aussi pour le chauffage de piscines ou de serres, au moyen d'une pompe à chaleur.

- La géothermie « **basse énergie** » exploite des aquifères dont les températures sont comprises entre 30° C et 100° C. Elle est utilisée

essentiellement pour le chauffage urbain collectif par réseaux de chaleur ainsi que dans le cadre de procédés industriels.

La géothermie pour produire de l'électricité

- La géothermie « **profonde** » utilise la température des roches chaudes fracturées pour produire de la vapeur.

- La géothermie « **haute énergie** » permet de produire de l'électricité via des turbines, dans les îles volcaniques comme la Guadeloupe, par exemple. Les gisements exploités sont généralement situés entre 1 000 et 3 000 mètres de profondeur et la température de l'eau va de 100° C à 350° C.

Énergies fossiles énergies combustibles, c'est-à-dire notamment le pétrole, le gaz et le charbon.

Aquifère se dit de quelque chose qui contient de l'eau. Une nappe aquifère est donc une nappe d'eau.

Roches chaudes fracturées naturelles ou artificielles, ces fractures permettent d'injecter de l'eau froide qui va soit se réchauffer en y circulant soit pousser l'eau chaude déjà présente naturellement. Ce qui servira à produire de l'électricité ou de la chaleur.

Ce guide est exclusivement consacré à la géothermie très basse énergie.



Le principe de la géothermie

"Je me chauffe grâce à l'énergie de la terre"

À une époque où de nombreuses questions se posent sur la ressource de notre planète en énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz) et où leur prix ne cesse d'augmenter, la géothermie apparaît comme une des solutions alternatives les plus intéressantes.

Elle permet d'utiliser une ressource gratuite et disponible en permanence sans générer d'impacts négatifs sur l'environnement.

À quoi ça sert ?	12
Comment ça marche ?	12
Le captage horizontal	14
Le captage vertical	16
Le captage sur nappe d'eau souterraine	18
Le captage aérien	20



À quoi ça sert ?

Le but de la géothermie est d'assurer le confort thermique d'une habitation ou d'une construction en captant la chaleur inépuisable contenue dans le sol.

La chaleur chez soi...

La géothermie permet de chauffer des habitations, des piscines et même de produire de l'eau chaude sanitaire. Elle sert aussi à rafraîchir ou à climatiser sa maison par simple inversion du système, avec le même appareil («réversibilité»). La géothermie est l'un des rares modes de chauffage qui permet cette réversibilité.

... mais aussi pour des processus industriels

On trouve d'autres applications de la géothermie dans des domaines industriels ou agricoles, par exemple

pour des opérations de lavage ou de séchage ou encore pour chauffer des serres ou des bassins piscicoles.

La géothermie s'inscrit dans la famille des énergies renouvelables thermiques propres qui contribuent à préserver l'environnement.

C'est donc une énergie d'avenir !



Avec la géothermie, j'assure mon confort thermique (je chauffe et je climatise) en utilisant une énergie renouvelable et gratuite. En plus, la géothermie est un système sûr car elle fonctionne sans nécessiter de combustion.

L'eau chaude sanitaire (ECS), c'est l'eau chaude que chacun utilise chez soi.

Comment ça marche ?

La terre est chauffée à la fois par le soleil, l'air, le vent et l'eau de pluie. Le sol autour d'une maison constitue donc un réservoir qui reçoit en permanence de l'énergie sous forme de calories. Pour capter ces calories puis assurer le confort thermique d'une maison (chauffage, rafraîchissement) ou produire de l'eau chaude, l'installation géothermique comporte trois éléments majeurs: des capteurs extérieurs, une pompe à chaleur et un circuit de chauffage à l'intérieur de l'habitation.





Un système en trois temps

Le captage de la chaleur

Il peut être réalisé par 4 procédés différents (captage horizontal, vertical, sur nappe d'eau souterraine ou aérien) utilisant un fluide pour récupérer et transporter la chaleur, généralement de l'eau glycolée.

L'amplification de l'énergie

Une fois captée, l'énergie est amplifiée par une pompe à chaleur, appelée couramment PAC, constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un fluide frigorigène.

La restitution de la chaleur

La PAC restitue ensuite la chaleur dans l'habitation, par le circuit de chauffage (plancher chauffant, radiateur ou ventilo-convecteur).

Un même appareil pour chauffer, rafraîchir et climatiser

Pour rafraîchir ses locaux d'environ 2° à 4° C ou pour les climatiser, il n'est pas nécessaire de changer de PAC. Il suffit juste d'actionner son mode réversible et le cycle du fluide s'inverse : la PAC exporte alors les calories de l'intérieur de l'habitation vers l'extérieur et fait ainsi baisser la température.

Il ne reste plus à l'utilisateur qu'à choisir son confort thermique !



- En France, la température moyenne généralement constatée au niveau du sol se situe entre 10° C et 14° C. Elle augmente, avec la profondeur, en moyenne de 4° C tous les 100 mètres : c'est le gradient thermal.
- La performance énergétique d'une installation se mesure par son Coefficient de Performance (COP), c'est-à-dire le rapport entre la quantité de chaleur fournie et l'énergie consommée par l'installation. Avec 1 kW d'électricité consommée, on restitue entre 3 et 5 kW d'énergie thermique, ce qui correspond à un rendement (COP) entre 3 et 5.

L'eau glycolée (ou antigel) est un mélange d'eau et de 33 % d'alcool.

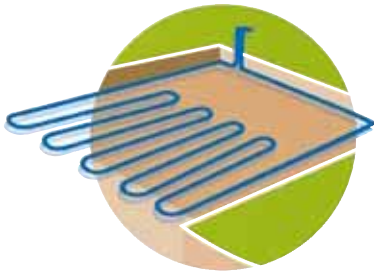
La pompe à chaleur (PAC) est un appareil « thermodynamique » : elle permet la circulation de chaleur entre des milieux ayant des températures différentes grâce à un apport d'énergie extérieur.

Le fluide frigorigène est un fluide confiné dans la PAC qui assure les transferts de chaleur lors de ses changements d'état (gaz, liquide).

Le captage horizontal



- Le captage horizontal n'empêche pas de planter du gazon ou des arbustes dans son jardin ».
- La réversibilité d'une installation, c'est sa capacité à passer du mode chauffage au mode rafraîchissement (ou climatisation) en fonction du besoin de l'utilisateur.



Le captage horizontal consiste à récupérer la chaleur par le biais de capteurs disposés horizontalement à environ 60 cm de profondeur. Ces capteurs sont des tuyaux en polyéthylène ou en cuivre gainé spécifiquement adaptés à la circulation sous pression et en circuit fermé de l'eau glycolée ou du fluide frigorigène, selon la technique utilisée. C'est grâce à eux que se font les échanges thermiques.

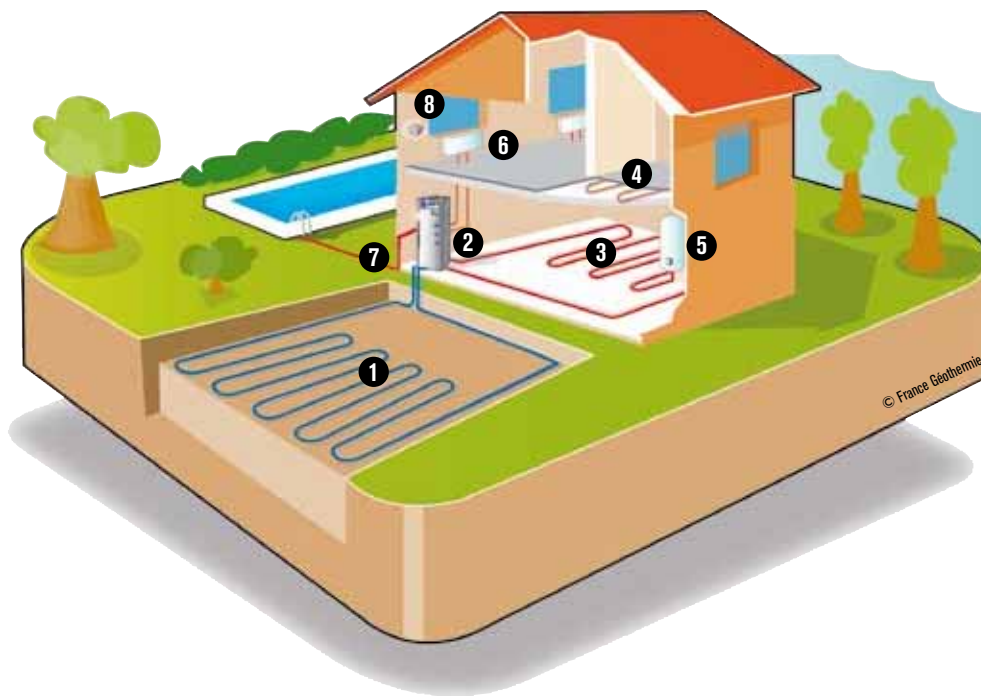
Les capteurs horizontaux nécessitent une surface de terrain de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer. Par exemple, pour une habitation de 100 m², il faudra disposer d'au moins 150 m² de surface extérieure. L'exposition du terrain a peu d'incidence sur le rendement de l'installation. Et, sauf exception, la nature du sol importe peu. Les capteurs peuvent ainsi être installés sur un terrain jusqu'à 20% de pente. En revanche, la distance entre les tuyaux doit être de 30 cm et le circuit ne doit pas se trouver à moins de 2 ou 3 mètres d'un arbre, d'un ouvrage (fosse septique) ou de canalisations.

Enterrés à moins d'un mètre de profondeur, les capteurs horizontaux ne nécessitent pas de travaux importants : le coût de leur installation est donc peu élevé (*voir p. 36*). Ils s'adaptent aussi bien à la construction neuve qu'à la rénovation. Selon l'appareil choisi, il sera également possible de rafraîchir et climatiser sa maison ou ses locaux par simple inversion du système : on parle de **pompes réversibles et de réversibilité du système**. Ainsi, lorsqu'elle est en mode chauffage en hiver, la pompe extrait la chaleur du sol, alors qu'en été, en mode rafraîchissement, elle restitue à la terre les calories extraites, ce qui présente l'avantage de régénérer la terre.



Le captage horizontal

- 1 Le capteur
- 2 La pompe à chaleur
- 3 Le chauffage au sol
- 4 Le plancher chauffant
- 5 L'eau chaude sanitaire
- 6 Les radiateurs
- 7 Le kit piscine
- 8 Le thermostat



[JARDINER]

Célia M. a une maison de 120 m² sur un terrain de 400 m². Aimant beaucoup jardiner, elle a pu faire installer un système de chauffage géothermique par captage horizontal sans renoncer à son passe-temps favori.

Le captage vertical

Le captage vertical consiste à récupérer la chaleur du sol à des profondeurs comprises entre 80 et 120 mètres.

Il nécessite donc un ou plusieurs forage(s) selon la nature de l'opération prévue. Ce système de sonde géothermique est adapté à tous les contextes géologiques.



Le circuit comporte un tube formant une seule boucle verticale, en forme de U. Réalisé en polyéthylène, ce tube permet la circulation du fluide sous pression et en circuit fermé. Le fluide va récupérer la chaleur et la transmettre à la PAC pour chauffer l'habitation.

Ce système par captage vertical a l'avantage d'occuper une surface au sol nettement moins importante que le système horizontal. D'un coût plus élevé que le captage horizontal, il offre une performance constante, la température à - 80 mètres ne variant que faiblement. Il trouve des applications en maison individuelle et en petit tertiaire (crèche, mairie, bureaux...), mais la possibilité de multiplier les forages permet d'envisager des applications plus importantes

(notamment en habitat collectif). Enfin, il est particulièrement adapté pour la rénovation.

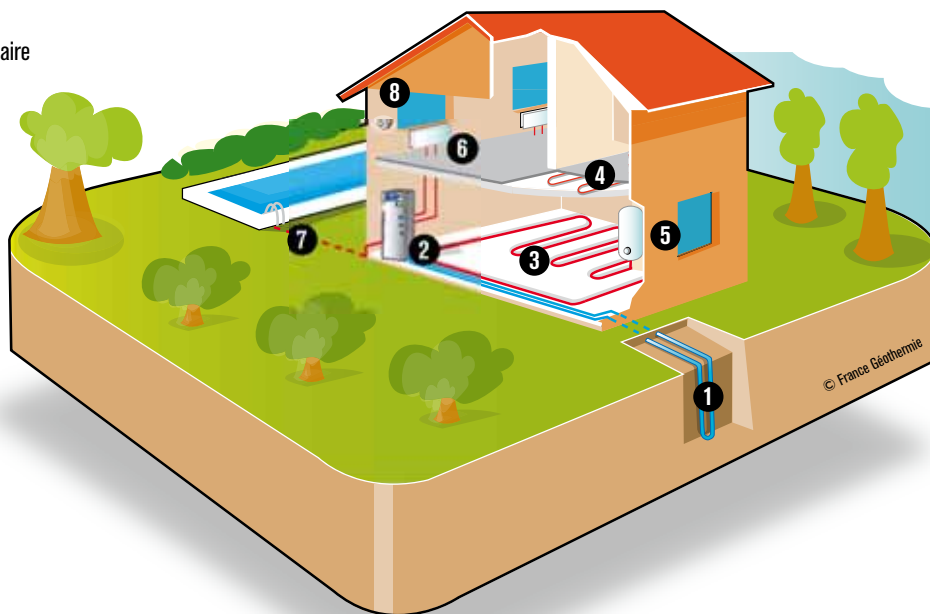
Tout forage fait l'objet de démarches administratives préalables : s'il est effectué à une profondeur supérieure à 10 mètres, il est soumis à une déclaration ; au-delà de 100 mètres, il fait l'objet d'une autorisation. Les démarches de déclaration ou d'autorisation se font auprès de la **DRIRE**. Il est également nécessaire de vérifier auprès de sa mairie que la zone de forage prévue ne se situe pas dans un périmètre de protection de l'eau.

DRIRE Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement. L'activité des DRIRE s'exerce pour le compte du ministère en charge de l'Environnement, sous l'autorité des préfets de département.



Le captage vertical

- 1 Le capteur (ou sonde géothermique)
- 2 La pompe à chaleur
- 3 Le chauffage au sol
- 4 Le plancher chauffant
- 5 L'eau chaude sanitaire
- 6 Les radiateurs
- 7 Le kit piscine
- 8 Le thermostat



- La géothermie par captage vertical est idéale pour la rénovation car elle n'implique pas de gros travaux. Ne nécessitant qu'une surface limitée de terrain, elle n'exige pas de transformer son jardin. Non seulement il n'y a pas à supprimer d'arbres, mais en plus il est possible d'en planter.

[PRÉSERVER SON JARDIN]

Damien V. vient d'acquérir une maison de ville. Ne souhaitant pas toucher au jardin, il a opté pour le captage vertical.

Le captage sur nappe d'eau souterraine



- Le captage sur nappe suppose la présence d'un aquifère (nappe d'eau) superficiel. Pour le savoir, il suffit de s'adresser au **BRGM** qui réalise des **SIG** fondés sur les inventaires des potentiels des nappes aquifères.
- La puissance nécessaire détermine le prix d'une pompe. Selon le débit que l'on veut obtenir, il faudra soit faire une déclaration (entre 5 et 8 m³ / h) auprès du BRGM, soit lui demander une autorisation (au dessus de 8 m³ / h). Pour un débit inférieur à 5 m³ / h, aucune démarche n'est nécessaire.

Le système de captage sur nappe d'eau souterraine consiste à prélever l'eau de cette nappe et à en récupérer la chaleur. Il nécessite la réalisation de deux forages, l'un pour le captage proprement dit, l'autre pour rejeter l'eau une fois les calories extraites. Selon les types d'eau, il est conseillé d'installer un échangeur entre le capteur et la pompe à chaleur, voire un filtre, afin de récupérer les impuretés éventuelles de l'eau.

Le captage sur nappe offre un grand intérêt en termes de puissance et de rendement. La température de l'eau d'une nappe reste constante toute l'année (entre 9° C et 12° C). Le COP (coefficient de performance) peut atteindre 5 (pour 1 kW d'électricité consommée, 5 kW sont restitués) alors qu'il s'échelonne entre 3 et 4,5 pour

les autres systèmes (captage horizontal ou vertical). Le captage sur nappe constitue de ce fait la meilleure solution du marché en matière d'économie d'énergie.



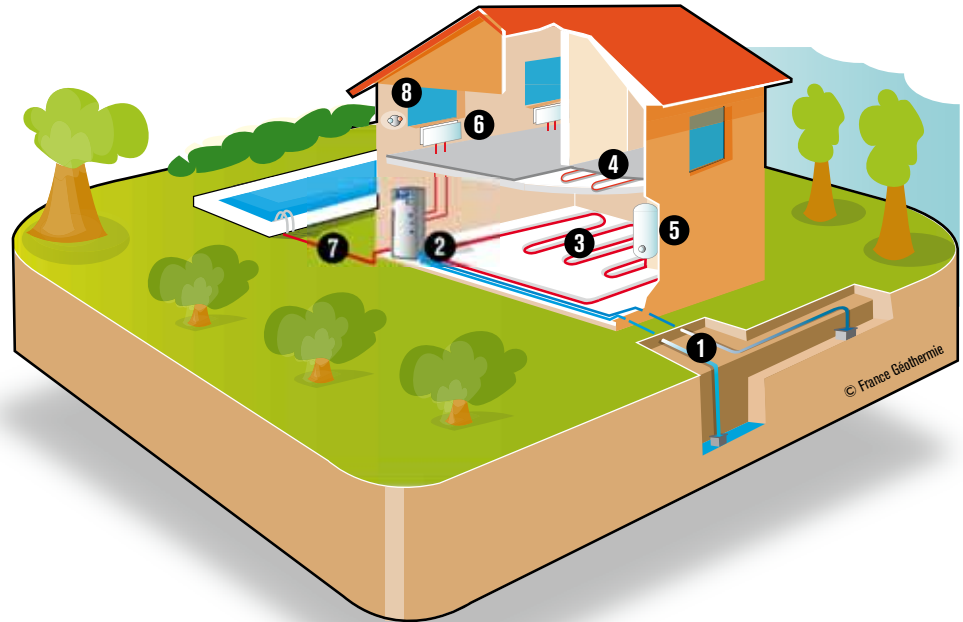
BRGM Bureau de recherches géologiques et minières
(www.brgm.fr)

SIG Systèmes d'informations géographiques

Les techniques de captage de la chaleur du sol

Le captage sur nappe d'eau souterraine

- 1 Le capteur
- 2 La pompe à chaleur
- 3 Le chauffage au sol
- 4 Le plancher chauffant
- 5 L'eau chaude sanitaire
- 6 Les radiateurs
- 7 Le kit piscine
- 8 Le thermostat



Le captage sur nappe d'eau souterraine constitue la meilleure solution tant au niveau écologique qu'au niveau économique.

[TIRER PARTI DE SON TERRAIN]

Hélène B. : « Lorsque nous avons fait étudier notre sous-sol, nous avons découvert que nous vivions au-dessus d'une nappe d'eau. Nous étions donc très partants pour un système de captage sur nappe d'eau souterraine.

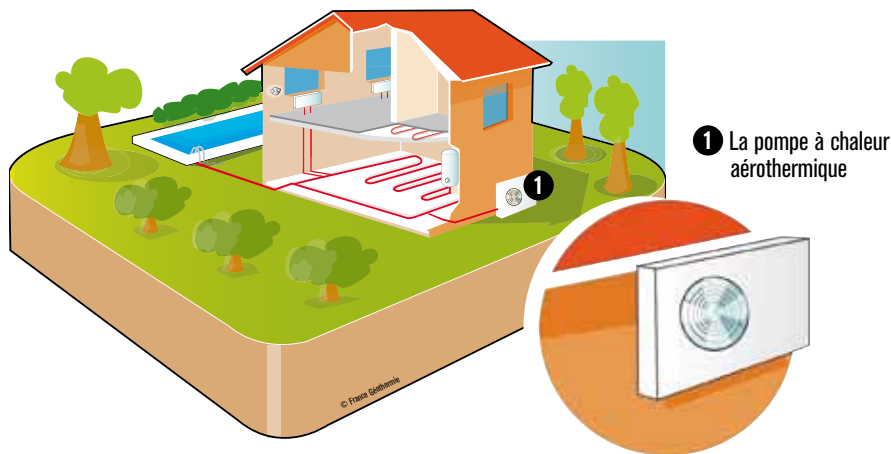
Même avec notre jardin en terrasse, nous avons pu l'installer ! »

Le captage aérien / La technique de captage des calories de l'air



D'une grande facilité d'installation, l'aérothermie est particulièrement adaptée à la rénovation.

Le captage aérien (ou système de chauffage aérothermique) consiste à récupérer les calories de l'air extérieur et à les utiliser pour chauffer, rafraîchir ou climatiser l'intérieur d'une maison.



Comme les systèmes géothermiques, il se compose de capteurs à l'extérieur de l'habitation (capteurs aériens), d'une pompe à chaleur et d'un circuit chauffant à l'intérieur. Les capteurs aériens sont constitués d'une batterie d'échange «air» couplée à un ou deux ventilateur(s) et à un évaporateur de tubes en cuivre dans lequel circule le fluide frigorigène. La surface de captage pour ce type de chauffage se réduit donc aux seules dimensions de la batterie d'échange. Ce qui rend le système de chauffage aérothermique très intéressant puisque l'emprise sur le terrain environnant est quasiment nulle.

Le captage aérien permet aussi de passer en mode rafraîchissement et climatisation.

[UN CONFORT TOUTE L'ANNÉE]

Mélanie P. : « Si la température extérieure diminue, la température dans ma maison ne baisse pas autant : seul le COP (coefficient de performance de ma pompe à chaleur) varie mais cela ne change rien à mon confort thermique ».



La pompe à chaleur (PAC)

"La PAC, le cœur de mon confort thermique"

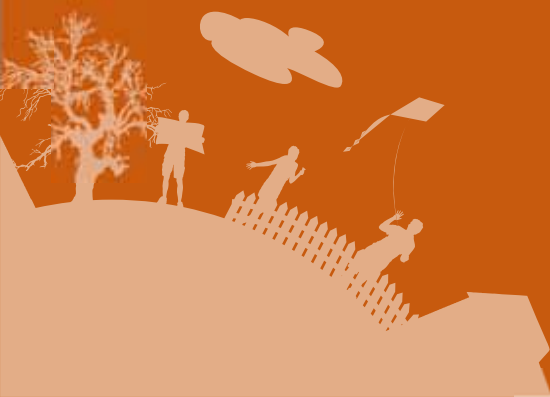
La pompe à chaleur est l'élément essentiel d'une installation géothermique et aérothermique.

C'est grâce à elle que la chaleur du sol ou de l'air peut être récupérée, amplifiée puis restituée à l'intérieur des bâtiments à chauffer.

Un fonctionnement simple22

Les différentes technologies25

Les différents types de pompes26



Un fonctionnement simple

La terre est chauffée par le soleil et par les énergies contenues dans l'air, le vent et l'eau de pluie.

Le sol autour d'une maison constitue donc un réservoir qui reçoit en permanence de l'énergie sous forme de calories. La pompe à chaleur permet de capter cette énergie, de la transformer en élevant sa température et de la rendre utilisable pour assurer le confort thermique d'une habitation (chauffage, rafraîchissement / climatisation et production d'eau chaude).



Certaines pompes à chaleur assurent aussi bien le chauffage que le rafraîchissement ou la climatisation des bâtiments, par simple inversion de leur système frigorifique. On les appelle « pompes réversibles ».

La pompe à chaleur est un appareil thermodynamique constitué d'un circuit fermé étanche dans lequel circule un fluide frigorigène qui change d'état (liquide ou gazeux) en fonction des quatre organes qu'il traverse : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le détendeur.

- dans l'**évaporateur**, la chaleur prélevée dans le sol par les capteurs est transférée au fluide frigorigène qui se vaporise et donc passe de l'état liquide à l'état gazeux.
- le **compresseur** électrique comprime le fluide et en élève la température.
- le **condenseur** permet alors au fluide frigorigène de céder sa chaleur au fluide du circuit de chauffage. Le fluide frigorigène revient à l'état liquide.

• le **détendeur** abaisse ensuite la pression du liquide frigorigène, ce qui amorce sa vaporisation pour un nouveau cycle.

Le fonctionnement de la PAC repose donc sur la capacité du fluide frigorigène à se vaporiser et à se condenser à température ambiante.

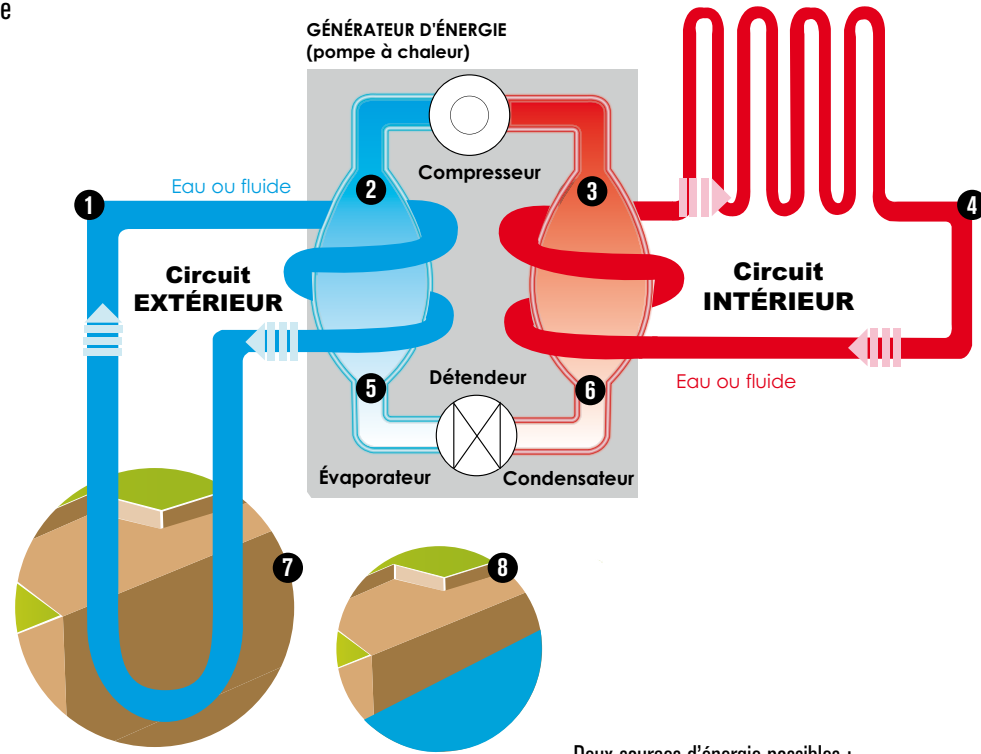
Organe principal de la pompe à chaleur, le compresseur est entraîné par une alimentation électrique. Pour 1 kW électrique consommé, la quantité de chaleur restituée dans l'habitation est de 3 à 5 kW. Ce rapport, appelé coefficient de performance (COP), est très intéressant tout en tenant compte aussi de l'énergie nécessaire au fonctionnement des auxiliaires de circuit de chauffage (thermostat, circulateur...).

La pompe à chaleur géothermique



Principe schématique de la pompe à chaleur géothermique

- 1 Circuit d'eau glycolée
- 2 Vapeur basse pression
- 3 Vapeur haute pression
- 4 Circuit de chauffage
- 5 Liquide basse pression
- 6 Liquide haute pression
- 7 Source de chaleur : la terre
- 8 Source de chaleur : l'eau (nappe souterraine)

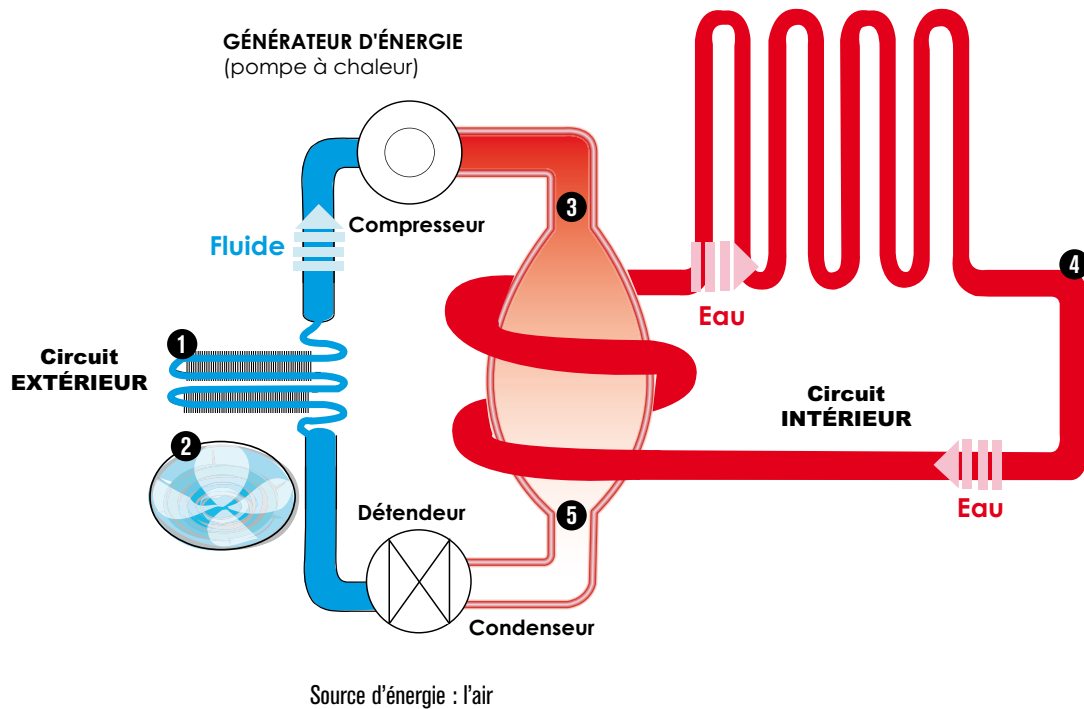


Deux sources d'énergie possibles :
- la terre (captage horizontal et vertical)
- l'eau (captage sur nappe)

La pompe à chaleur aérothermique

Principe schématique
de la pompe à chaleur aérothermique

- ❶ Échangeur à ailettes
- ❷ Ventilateur
- ❸ Vapeur haute pression
- ❹ Circuit de chauffage
- ❺ Liquide haute pression





Il existe différents systèmes de pompes à chaleur, la différence portant sur le type de fluide utilisé et sur le milieu d'où est extraite l'énergie (sol, eau ou air).



Pourquoi dit-on qu'une PAC (pompe à chaleur) fonctionne sur le principe d'un réfrigérateur ?

Un réfrigérateur puise la chaleur des aliments qu'il stocke, ce qui en abaisse la température. Il rejette ensuite cette chaleur à l'extérieur dans l'air de la cuisine. Une pompe à chaleur puise la chaleur dans le sol à l'extérieur et la restitue à l'intérieur du logement pour le chauffer.



Pompe à chaleur géothermique
modèle ISARA CHE eau / eau
France Géothermie ®

Le système fluide / fluide, à détente directe

Dans ce système, seul du fluide frigorigène circule en circuit fermé dans les capteurs et le plancher chauffant. On parle alors de PAC fluide / fluide. Celle-ci n'est utilisable qu'avec des capteurs horizontaux.

Le système fluide / eau, mixte

Le système mixte associe deux fluides : frigorigène dans les capteurs et eau dans le circuit de chauffage. On parle alors de PAC de type fluide / eau. Celle-ci n'est utilisable qu'avec des capteurs horizontaux.

Le système eau / eau avec fluide intermédiaire

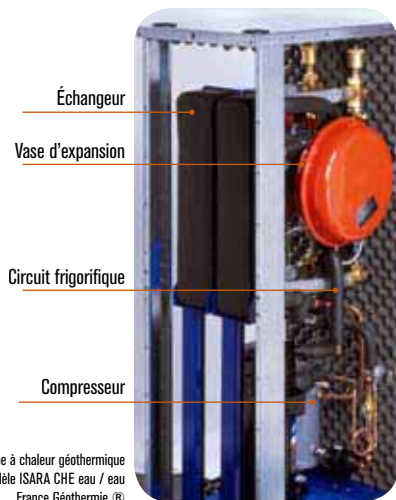
Dans ce système, seule de l'eau circule à l'extérieur et à l'intérieur de l'habitation. Le fluide frigorigène est confiné à l'intérieur de la PAC. On parle ici de PAC de type eau / eau. Celle-ci est utilisable avec des capteurs horizontaux ou verticaux ou bien sur nappe d'eau souterraine.

Le système air / eau

Ce système permet d'utiliser une source d'énergie inépuisable : l'air. Ce sont donc les calories de l'air extérieur qui servent à chauffer l'eau du circuit de chauffage.

Le fluide frigorigène c'est le fluide confiné dans la PAC qui assure les transferts de chaleur lors de ses changements d'état (liquide, gaz). Sa température d'ébullition est très basse (-40° C, à 1 bar) et son point d'évaporation est de -5° C. Longtemps utilisé, le R22 (un HCFC) est aujourd'hui interdit. On lui substitue des fluides « verts » (R407C, R410A, R417A) qui, eux, ne contribuent pas à la destruction de la couche d'ozone.

Les différents types de pompes



Une solution pour chaque type de configuration

La diversité des technologies de PAC de même que la possibilité de les installer dans tous les environnements géographiques permettent de proposer une solution de chauffage et de rafraîchissement/climatisation adaptée à toutes les situations.

La solution géothermique s'adapte aussi bien à l'habitat individuel (maison), qu'au tertiaire (bureaux, ateliers...) ou au collectif (immeubles, résidences, crèches, maisons de retraite...).

Le marché de la PAC en France

Les pompes à chaleur présentent deux intérêts majeurs :

- l'efficacité de la source d'énergie, du fait de la stabilité en température du sous-sol,
- la réversibilité qui permet avec un seul et même appareil de bénéficier du chauffage ou du rafraîchissement.

En France, l'utilisation des PAC géothermiques s'accroît de manière considérable depuis quelques années. Les chiffres fournis par l'AFPAC en témoignent. En effet, alors qu'elles étaient de l'ordre de 1 500 unités avant 1997, les ventes sont passées à 12 100

unités en 2002 et ont fait un véritable bond en 2006 avec 53 510 unités vendues. C'est ainsi que la France est devenue en 2006 le 2^{ème} marché européen de la PAC juste derrière la Suède.

Selon les estimations des professionnels, à l'horizon 2015, le parc devrait être multiplié par douze chez les particuliers (soit près de 500 000 équivalents-logements). La politique de relance des énergies renouvelables (aides, subventions...), mais aussi la prise de conscience que le recours à la PAC géothermique permet de se chauffer pour moins cher et sans impact négatif sur l'environnement, militent largement en faveur de la croissance **continue** de la géothermie en France.

AFPAC Association française des pompes à chaleur
(www.afpac.org).



Quelles utilisations ?

"Je chauffe en hiver, je rafraîchis en été"

La chaleur du sol et de l'air peut être utilisée dans différentes applications : le chauffage de l'habitation, le rafraîchissement et/ou la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire mais aussi le chauffage de sa piscine.

Le chauffage de la maison	28
L'eau chaude sanitaire (ECS)	30
Le chauffage de la piscine	31
Le rafraîchissement / la climatisation	32



Le chauffage de la maison

La principale utilisation de la chaleur géothermique est le chauffage des bâtiments. En France, sur une année, le mode chauffage est plus utilisé que le mode climatisation. Plutôt que de recourir à une énergie fossile dont les réserves diminuent, qui coûte de plus en plus cher, et qui engendre des impacts négatifs sur l'environnement (risque de pollution des sols ou de l'eau, augmentation de l'effet de serre, émissions de CO₂), on se chauffe grâce à la chaleur naturelle du sol.

Un confort adapté à chacun

Aujourd'hui, du fait du grand nombre de techniques existantes, chacun peut trouver la solution la plus appropriée à ses besoins. Si l'on dispose d'un terrain dont la surface est 1,5 à 2 fois supérieure à celle de la surface à chauffer, on optera plutôt pour une technique de captage horizontal (capteurs enterrés dans le sol à 60 cm de profondeur). Si, en revanche, le terrain est accidenté, pentu ou

rocailloux, un captage vertical ou aérien sera plus adapté. Et si l'on dispose d'une nappe d'eau souterraine sous ses pieds, alors la technique par captage sur nappe sera recommandée.

Chacune de ces techniques a ses avantages. Votre installateur spécialisé en géothermie sera le plus à même de vous conseiller.



Pose de capteurs horizontaux.





Une simplicité d'utilisation

En tant qu'énergie renouvelable se substituant aux énergies fossiles, la géothermie permet d'éviter d'avoir à stocker du combustible chez soi. Elle ne nécessite pas de conduit de cheminée ni de grand local technique. Et elle ne génère pas de nuisances (flammes, odeurs, risque d'explosion ou d'asphyxie...).

Qui plus est, l'utilisateur n'a pas de réglage compliqué à faire, le système étant autorégulé. Qu'il ait opté pour un plancher chauffant, des ventilo-convecteurs ou encore des radiateurs, il bénéficie, pièce par pièce, d'une chaleur douce, pas trop sèche et bien répartie dans l'ensemble de la pièce.



Finition chauffage au sol.



Installation d'une pompe à chaleur avec maintien du réseau de chauffage existant (ici radiateur fonte).

L'eau chaude sanitaire (ECS)

La géothermie permet aussi de produire de l'eau chaude sanitaire. En dehors du chauffage, l'eau chaude constitue un autre élément essentiel de notre confort. Il est difficile d'imaginer de ne pas en disposer en quantité suffisante à toute heure dans la salle de bains et la cuisine.



Ballon ECS
France Géothermie ®

Chaque français consomme environ 50 litres d'eau chaude (à 60°C) par jour. Cette moyenne qui varie en fonction des habitudes (bain/douche, notamment), est en évolution constante.

Même si les pompes à chaleur sont avant tout un système de chauffage, certaines d'entre elles permettent d'utiliser une partie de la chaleur du fluide frigorigène pour chauffer l'eau d'un ballon via un échangeur de chaleur. Le chauffage de l'eau sanitaire se fait donc en même temps que le chauffage de la maison, en exploitant la température élevée du fluide frigorigène en sortie du compresseur. La température de l'eau ainsi produite s'élève à 60° C.

Lorsque le circuit de chauffage de la maison n'est plus en fonctionnement (été), la PAC permet quand même de produire de l'eau chaude sanitaire. Il est également possible d'opter pour un système autonome, non dépendant du système de chauffage.



Le chauffage de la piscine

La chaleur du sol peut aussi servir à chauffer l'eau de sa piscine extérieure. L'intérêt majeur est d'utiliser la même installation que celle servant au chauffage de la maison par simple dérivation de l'eau du plancher chauffant vers un kit piscine, ce qui ne nécessite pas d'investissement supplémentaire.



Si l'on souhaite chauffer l'eau de sa piscine toute l'année, il existe des systèmes spécifiques totalement indépendants des systèmes de chauffage.

Installer une piscine chez soi représente un investissement important. La pompe à chaleur est une des solutions les plus appropriées pour en chauffer l'eau à des conditions intéressantes. En effet, l'énergie utilisée est aux trois quarts gratuite (chaleur du sol), seul le quart restant - l'électricité servant à faire fonctionner le compresseur - est facturé. À cela s'ajoute que la PAC offre un rendement élevé avec, souvent, des puissances adaptables et qu'elle permet un chauffage rapide de l'eau de la piscine.

Pour chauffer la piscine, il faut arrêter la circulation de l'eau du plancher chauffant dans l'échangeur et y faire circuler l'eau de la piscine. Cela suppose que le système de chauffage de l'habitation soit fermé, ce qui ne pose généralement pas de problème car la période où l'on peut utiliser sa piscine extérieure est également celle où l'on ne chauffe pas.

Aujourd'hui, les fabricants proposent des systèmes avec régulateur électronique permettant de régler la température de l'eau avec une grande précision. Ces systèmes sont généralement programmés pour une température de 28°C, avec un différentiel de $\pm 2^\circ \text{C}$.



[SE Baigner PLUS]

Danièle M. : « Avec une pompe à chaleur, je gagne deux mois de bain : je peux me baigner dans ma piscine dès le mois d'avril ! »



Le rafraîchissement / la climatisation

L'atout de taille d'une installation géothermique, c'est qu'elle permet aussi de rafraîchir et/ou de climatiser. Le rafraîchissement par plancher est obtenu en inversant le cycle du fluide frigorigène (le « cycle frigorifique »), ce qui permet de refroidir et non plus de chauffer l'eau circulant dans le plancher. La température de l'eau peut ainsi descendre jusqu'à 20° C. La chaleur prélevée dans l'habitation est ensuite évacuée au niveau du capteur.



Ventilo-convecteur - France Géothermie ®

Dans une configuration de rafraîchissement, le plancher chauffant est exploité, en inversant le cycle du fluide frigorigène. Dans certains cas, des ventilo-convecteurs sont ajoutés, ce qui permet à la fois de refroidir et de déshumidifier les pièces traitées.

Si l'on souhaite faire baisser plus fortement la température, on optera pour la climatisation et ce, sans changer de pompe à chaleur.

La climatisation nécessite d'installer des ventilo-convecteurs qui, fonctionnant avec de l'eau glacée, peuvent faire baisser la température jusqu'à 7° C par rapport à la température extérieure.



Peu consommateur d'énergie et sans impact négatif sur l'effet de serre, le système de climatisation par géothermie est promis à un bel avenir, d'autant que les périodes chaudes, voire caniculaires, risquent de se multiplier.

Le rafraîchissement peut faire baisser la température de 2°C à 4°C. Il ne concerne pas les pièces humides comme les salles de bains et celles comportant un revêtement non compatible avec le rafraîchissement comme le parquet massif ou la moquette.



Une solution écologique et économique

La chaleur géothermique est une ressource naturelle, disponible, non polluante et gratuite. Le prix de revient réel d'une installation géothermique est particulièrement intéressant d'autant que, faisant partie des énergies renouvelables, elle bénéficie d'aides incitatives de la part de l'État (crédits d'impôts) et de certaines régions (subventions).

Une solution écologique 34

Une solution économique 36

Les aides disponibles 38



La géothermie : une solution écologique...



- Je choisis de me chauffer par géothermie : cela me permet d'agir pour l'environnement ! Car aujourd'hui, l'habitat en France émet 30 % du CO₂ responsable de l'augmentation de l'effet de serre.
- Du nouveau dans les fluides : le fluide confiné dans la PAC assure les transferts de chaleur lors de ses changements d'état (liquide, gaz). Sa température d'ébullition est très basse (- 40° C, à 1 bar) et son point d'évaporation est de - 5° C. Longtemps utilisé, le R22 (un HCFC) est aujourd'hui interdit. On lui substitue des fluides « verts » (R407C, R410A, R417A) qui, eux, ne contribuent pas à la destruction de la couche d'ozone.
- Le chauffage par géothermie entre parfaitement dans le cadre d'une démarche HQE (Haute Qualité Environnementale).

Une chaudière naturelle sous les pieds

La géothermie consiste à utiliser la chaleur naturelle du sol pour chauffer ou climatiser son lieu de vie. Cette chaleur est accessible partout et inépuisable à la différence des réserves d'énergies fossiles qui diminuent.

Qui plus est, l'exploitation de la chaleur du sol ne nécessite pas de combustion, elle n'émet donc pas de gaz à effet de serre. Pour la seule année 2004, l'énergie thermique issue des aquifères souterrains a chauffé 150 000 équivalents-logements, ce qui a permis d'économiser 130 000 tonnes équivalent pétrole (tep), c'est-à-dire en moyenne 1 265 GWh, et d'éviter l'émission dans l'atmosphère de 400 000 tonnes équivalent CO₂. Favoriser la géothermie, énergie renouvelable au même titre que le solaire, l'éolien, l'hydraulique ou la



biomasse, permet à la France d'être moins dépendante en énergies fossiles et donc de diminuer sa facture énergétique. Cela lui permet aussi de créer des emplois locaux et d'offrir des solutions de chauffage à des coûts très compétitifs.

À l'heure où la France est résolument engagée dans le Protocole de Kyoto visant à réduire ses émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le

changement climatique, la géothermie constitue un atout majeur et reste vouée à un avenir très prometteur. Le développement spectaculaire du nombre de PAC vendues en est la meilleure illustration.

La chaleur géothermique est donc l'énergie du développement durable par excellence !

Énergies fossiles énergies combustibles, notamment le pétrole, le gaz et le charbon.

Protocole de Kyoto Pour lutter contre les changements climatiques, il faut limiter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, ces GES étant fortement liés aux secteurs transport et énergie.

En 1997, le Protocole de Kyoto a fixé aux pays industrialisés l'objectif de réduire de 5,5 % leurs émissions par rapport à 1990, pour la période 2008-2012.

Dans ce cadre, la France a pour objectif de stabiliser ses émissions par rapport à celles de 1990.

Mais elle a décidé depuis d'aller au-delà en s'engageant à diviser par quatre ses émissions à l'horizon 2050 (c'est le « Facteur 4 »). Fin 2007, l'Australie a signé le protocole de Kyoto, les États-Unis restant le dernier pays industrialisé à ne pas l'avoir ratifié.



LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT

Tenu à l'automne 2007, le Grenelle de l'environnement a été l'occasion de vraies ruptures dans la politique française, notamment en matière de lutte contre le changement climatique. Outre un changement radical concernant les transports, un vaste plan de rénovation thermique des logements est prévu et un grand programme de développement des énergies renouvelables est lancé dans le but de dépasser l'objectif européen de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale en 2020. La géothermie et l'aérothermie ont toutes les deux leur place dans ce nouveau cadre.

... et une solution économique

La chaleur géothermique est gratuite pour l'utilisateur car elle vient de son propre sol. L'investissement de départ couvre l'achat et la pose du matériel. Cet investissement correspond à celui qui serait réalisé pour une bonne installation classique (gaz, fuel). Ensuite, les factures énergétiques sont réduites.

En intégrant le coût de fonctionnement (c'est-à-dire la consommation), le prix de revient réel du chauffage par géothermie s'avère très compétitif : si l'installation offre un bon COP (coefficient de performance), l'économie de la facture énergétique peut aller jusqu'à 75 % par rapport à un chauffage traditionnel. Rappelons que la seule énergie payée, c'est l'électricité qui sert à alimenter le compresseur

de la PAC, le ratio étant 1 kW d'électricité consommée pour 3 à 5 kW de chaleur produite.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement diffèrent selon le type de matériel choisi (PAC fluide/fluide à détente directe ou PAC à fluides intermédiaires : eau/eau - voir p. 25). Les coûts de fonctionnement, eux, restent identiques (voir tableau n° 2).





1. Comparatif de coût par énergie

ÉNERGIE	PRIX KWH	RENDEMENT	COÛT ANNUEL	CUMUL CONSO SUR 15 ANS
Gaz propane	0,106 €	0,5	1 750 €	37 770 €
Électricité	0,092 €	0,98	1 312 €	28 313 €
Fuel	0,069 €	0,85	1 130 €	24 385 €
Gaz naturel	0,054 €	0,85	889 €	19 188 €
Géothermie (source France Géothermie)	0,093 €	5,01	261 €	5 624 €

Projection financière pour une habitation :

- de 130 m² de surface,
- 325 m³ de volume à chauffer,
- située à 250 m d'altitude,
- dans une zone climatique moyenne,
- dont la température extérieure de base est égale à -7° C.

Conditions

- Plancher chauffant 30 / 35° C
- Nappe souterraine 10° C / 7° C
- DJU : 2464
- Isolation RT 2005
- PAC eau / eau (Isara C HE - France Géothermie®)
- consommation chauffage : 14 022 KWh

Source Prix Énergie : www.industrie.gouv.fr – juillet 2007

2. Coûts d'investissement et de fonctionnement par type de PAC (TTC)

TYPE DE POMPE À CHALEUR	INVESTISSEMENT	FONCTIONNEMENT
PAC à détente directe	De 70 à 100 €/m ² chauffé hors eau chaude sanitaire et rafraîchissement	De 2,3 à 3,5 €/m ² par an
PAC à fluides intermédiaires	- PAC à capteurs horizontaux de 85 €/m ² chauffé (chauffage seul) à 135 €/m ² chauffé (chauffage + rafraîchissement)	De 2,3 à 3,5 €/m ² par an
	- PAC à capteurs verticaux de 145 à 185 €/m ² chauffé	De 2,3 à 3,5 €/m ² par an

Source : www.geothermie-perspective.fr

Les aides disponibles

Des aides fiscales...

- L'État accorde un **crédit d'impôt** pour l'achat d'une pompe à chaleur destinée à une résidence principale, neuve, en construction ou ancienne. Le taux est de 50 % jusqu'à fin 2009 (*cf. art. 89 de la loi de finances du 30 décembre 2005*). Il suppose un COP (*voir p. 13*) d'au moins 3 (*cf. Arrêté du 12.12.2005*).
- Un **taux réduit de TVA (5,5 %)** est appliqué par les entreprises qui vendent le matériel et en assurent la pose, sous réserve qu'il s'agisse d'une rénovation (résidence principale ou secondaire de plus de deux ans). Valable jusqu'à fin 2010, ce taux concerne la main-d'œuvre, les matières premières et les équipements (*cf. art. 279-0 bis du code général des impôts ; loi n° 99-1172 du 30.12.1999, art. 51 finances pour 2000*).

Pour en savoir plus sur les aides auxquelles vous pouvez avoir : www.ademe.fr

... et des aides financières

- Certaines régions et quelques départements proposent des **aides aux particuliers** qui souhaitent se chauffer par géothermie.

En voici deux exemples

(sous réserve d'actualisation) :

- La région Île-de-France accorde une subvention à hauteur de 50 % du coût de la main-d'œuvre de forage des PAC géothermiques, en complément du crédit d'impôt.
- L'Alsace propose une aide de 200 à 400 € pour les PAC air / eau, les PAC eau à capteurs horizontaux / eau et les PAC eau à capteurs verticaux / eau. Sous conditions de ressources, cette aide est destinée aux ménages à revenu modeste.
- L'Agence nationale d'amélioration de l'habitat (ANAH) accorde une subvention à hauteur de 20 % du montant des travaux pour des logements de plus

de 15 ans, en résidence principale ou habités par des locataires. Elle accorde également deux types de primes : l'une de 900 € pour l'installation (fourniture et main-d'œuvre) d'une PAC air/eau, l'autre de 1 800 € pour l'installation d'une PAC à capteurs enterrés (www.anah.fr).

- De son côté, EDF peut délivrer, sous certaines conditions, des accompagnements financiers - primes et/ou prêts à taux réduits - pour la mise en œuvre d'une PAC. Les matériels éligibles doivent être labellisés « Promotelec » (www.edf.fr).
- Électricité de Strasbourg accordait jusqu'à fin 2007 un soutien non lié aux ressources à hauteur de 200 € pour les PAC air/eau et de 400 € pour les PAC eau/eau dans le cas de maisons individuelles neuves et s'engageait à verser 600 € par installation eau/eau et 400 € par installation air/eau pour les cas de rénovation.



La géothermie chez moi

"Je n'hésite pas"

La chaleur du sol est une énergie naturelle et renouvelable. Choisir la géothermie pour assurer le confort thermique de son habitation permet de contribuer à la lutte contre le changement climatique mais aussi de faire des économies car on ne dépend plus des énergies fossiles qui, devenant rares, coûtent de plus en plus cher.

La géothermie chez moi : pourquoi ?	40
Le confort d'utilisation	41
Les bonnes questions à se poser	42
Que dois-je faire pour m'équiper ?	43
À qui puis-je m'adresser ?	44
Questions / Réponses	46



La géothermie chez moi : pourquoi ?

De nombreuses raisons plaident pour le choix de la géothermie chez soi : raisons d'ordre économique, écologique mais aussi d'ordre pratique car le chauffage par géothermie apporte un grand confort au quotidien. En effet, l'air est sain et n'est jamais trop sec, ce qui assure à ses utilisateurs une bonne qualité de vie.



Avec la géothermie, je me chauffe en préservant l'environnement et en faisant des économies.

Le sol reçoit une grande quantité d'énergie (soleil, pluie, vent) tout au long de l'année, même en hiver. Il n'y a donc pas de risque de pénurie comme pour d'autres types d'énergies.

Cette **énergie naturelle et gratuite** constitue en moyenne les deux tiers de l'énergie utilisée pour se chauffer (la chaleur est puisée dans le sol même de l'utilisateur) ; le tiers restant, lui, est constitué de l'électricité nécessaire au fonctionnement de la pompe à chaleur.

L'installation géothermique est quasiment invisible et ne prend pas plus de place qu'une installation traditionnelle (gaz, fuel). Les adeptes du jardinage peuvent continuer à planter du gazon, des fleurs, des arbustes. C'est même recommandé pour permettre à l'eau de pluie de mieux pénétrer dans le sol.

Avec un investissement de départ mais un fonctionnement basé sur une énergie gratuite, en dehors de l'électricité servant à faire fonctionner la PAC, la chaleur géothermique permet un retour d'investissement rapide. Et ça se voit sur les factures !



Le confort d'utilisation

La géothermie est une des seules solutions offrant la possibilité d'alterner le mode chauffage et le mode rafraîchissement / climatisation selon la période de l'année avec une seule et même installation, si celle-ci est réversible. Elle permet d'éviter de multiplier les appareils de régulation thermique dans son intérieur.

En fonction des types d'installations, l'utilisateur peut moduler la température selon les pièces à chauffer. Par exemple, pour des pièces plus froides (comme celles exposées au nord), l'installateur augmentera la densité du réseau de tubes.

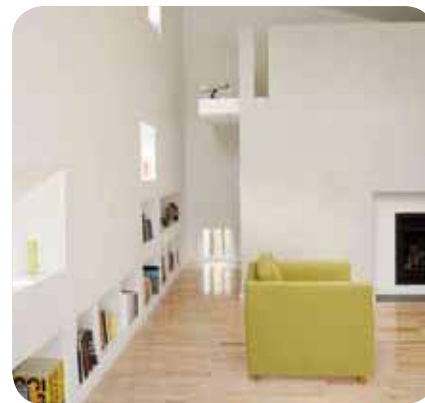
Si l'on opte pour un plancher chauffant, qui est largement considéré comme l'émetteur idéal pour une installation géothermique, on n'a plus besoin de radiateurs ni de climatiseurs, ce qui est intéressant non seulement en termes de place, mais aussi en matière de décoration intérieure. À cela s'ajoute que la chaleur diffusée est douce sans être trop sèche, et elle se répartit bien à travers l'ensemble de la pièce.

Dans certains cas de rénovation, on peut raccorder la PAC sur le système existant et donc conserver son réseau de chauffage sans modifier son

intérieur (ex. plancher en chêne, tommettes patinées, etc.).

Pour la climatisation, les ventilo-convecteurs sont recommandés.

Bref, avec la géothermie, chacun trouve la solution adaptée à ses besoins !



Les bonnes questions à se poser

Avant de se lancer, il est important de se poser un certain nombre de questions qui vous aideront dans votre réflexion et qui, plus tard, seront utiles à votre interlocuteur pour étudier votre dossier.

Sur l'habitation

- L'habitation que vous voulez chauffer par géothermie est-elle neuve ou ancienne ?
- Où se situe l'habitation : département, ville, altitude ?
- Combien de niveaux et de pièces avez-vous ?
Quelle est votre surface habitable ?

Sur le terrain

- Quelle est la surface de votre terrain ? Il faut qu'elle soit de 1,5 à 2 fois supérieure à celle de la surface à chauffer pour pouvoir installer un captage horizontal. Au-delà, la taille du terrain n'a pas d'importance.
- Quel est le type du terrain ? Est-il plat ou en pente ? Est-il couvert d'arbres ? Le sol contient-il déjà d'autres ouvrages (cuves, tuyaux...) ?

Sur le confort thermique attendu

- Quel mode de régulation souhaitez-vous : chauffage uniquement ou chauffage + rafraîchissement ? Dans ce dernier cas, une pompe réversible est nécessaire.
- Souhaitez-vous aussi l'option eau chaude sanitaire ?
- Avez-vous un autre bâtiment à chauffer ? Si vous disposez d'une piscine, par exemple, certains systèmes permettent d'alterner le chauffage de l'habitation et celui de la piscine en moyenne saison avec la même installation.

Pour choisir son prestataire

- Les pompes à chaleur qu'il vous propose sont-elles homologuées NF PAC ?
- Fait-il partie d'un réseau de spécialistes ou d'installateurs formés à la géothermie ? Est-il certifié QualiPAC ?
- Vous propose-t-il une simulation comparative personnalisée de votre future consommation ?
- L'offre de prix qu'il vous remet détaille-t-elle chacun des postes de votre installation ?
- Les PAC qu'il vous propose sont-elles certifiées (Promotelec, Eurovent, Avis Technique du CSTB) ?
- Vous propose-t-il une garantie de 5 ans pièces et main-d'œuvre sur votre installation ?
- Souscrit-il à une assurance décennale ?
- Vous informe-t-il des avantages fiscaux et/ou financiers ?

Que dois-je faire pour m'équiper ?



Je veux assurer le confort thermique de mon habitation (chaleur + rafraîchissement) par géothermie ou aérothermie. Quelle est la marche à suivre ?

La conception et l'élaboration d'une pompe à chaleur, l'élément clé d'un système géothermique, de même que le dimensionnement et la pose de l'installation exigent un savoir-faire spécifique. Il faut donc avant tout s'assurer que l'on s'adresse à un spécialiste.

Qualité du matériel

Le procédé que l'on vous propose doit avoir reçu une **certification Eurovent** (performance des produits de climatisation et de réfrigération) ou avoir fait l'objet d'un **Avis Technique du CSTB** (Centre scientifique et technique du bâtiment). Il doit être conforme aux normes en vigueur (celles-ci évoluent

rapidement dans le domaine). Par exemple, s'il est conforme à l'offre Vivrelec, il peut obtenir le label Promotelec (qualité des installations de chauffage électrique dans le neuf), ce qui ouvre des possibilités de subventions par EDF.

Compétences de l'installateur

L'installateur doit être un **spécialiste en chauffage par géothermie** : il doit avoir reçu une **formation spécifique** pour assurer aussi bien **l'étude préalable**, que l'installation proprement dite et le service après-vente (l'entretien du compresseur est fondamental pour éviter toute surconsommation).

Dans le cadre d'un forage par sonde ou sur nappe, l'entreprise de forage doit être soumise à la «garantie décennale bâtiment» souscrite auprès d'une compagnie d'assurances.

Étude préalable étude technique qui regroupe tout un ensemble d'opérations dont l'étude d'implantation (dimensionnement des capteurs ; choix du type d'émetteurs - plancher chauffant, radiateur ou ventilo-convecteur), l'étude thermique, l'étude hydraulique.

À qui puis-je m'adresser ?

Les étapes d'un chantier sont les suivantes. L'installateur mène les études préalables dont, notamment, le dimensionnement qui sera fonction du type d'habitation, du terrain, de la surface à chauffer / rafraîchir. Puis il propose le type d'équipement qui lui semble le plus approprié (pompe à chaleur et émetteur). Il prend ensuite en charge l'installation, de la pose des capteurs et des émetteurs en passant par la mise en service de la PAC.

Enfin, il assure l'entretien du système, généralement sur une base annuelle.



L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ont élaboré ensemble à l'attention des particuliers un site d'information sur la géothermie : www.geothermie-perspectives.fr



Trouver un fabricant et/ou un installateur

Il est fortement recommandé de s'adresser aux organismes et fédérations spécialisés dont, notamment, l'Association des professionnels de la pompe à chaleur (www.afpac.org).

S'informer sur les certifications

www.eurovent-certification.com
www.promotelec.com
www.cstb.fr
www.afnor.org

Connaître la faisabilité du projet

Pour connaître la faisabilité du projet (forage, présence d'une nappe d'eau souterraine, débit d'eau...), il convient de s'adresser au BRGM, le Bureau de recherches géologiques et minières (www.brgm.fr) ou à ses agences régionales. Votre DRIRE (Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) peut également vous renseigner (www.drire.gouv.fr).



Trouver un foreur professionnel

Si l'on opte pour le captage par sonde, il est nécessaire de faire appel à un foreur spécialisé. La liste «Foreurs Qualité-PAC» est disponible sur les sites :

www.ademe.fr

www.geothermie-perspectives.fr

Se renseigner sur les aides et leur validité

www.industrie.gouv.fr

(Rubrique : énergie).

Page du site du ministère de l'Industrie faisant le point sur le crédit d'impôt dédié au développement durable (économies d'énergie et énergies renouvelables).

www.ademe.fr

(Rubrique : Espace Particuliers / Financez vos projets)

Site de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Une page «Eco-prêts» permet de repérer les offres proposées par les banques pour financer des travaux de réhabilitation thermique ou pour aider à l'acquisition de logements neufs efficaces sur le plan énergétique.

www.anah.fr

(Rubrique : Qui sommes nous ? / Les subventions)

Site de l'Agence nationale de l'amélioration de l'habitat.



- La filière Géothermie est engagée dans une **démarche qualité** reposant sur trois éléments clés : la formation des installateurs, la qualité des installations (**charte QualiPAC**) et la qualité des produits (**marque NF-PAC**) mise en place par AFAQ AFNOR Certification et gérée par Certita. Un Comité d'application de la charte a été créé de même qu'un organisme de gestion de la qualité (GestionPAC Sarl). Celui-ci assure le suivi de la démarche, publie et met à jour les listes de matériels NF PAC et d'installateurs QualiPAC (www.afpac.org).
- De nombreuses entreprises de forage ont signé la **lettre d'engagement qualité « Foreurs Qualité-Pac »** des forages pour capteurs verticaux.

La nature de mon terrain est-elle importante ?

La nature du terrain importe peu. Il convient toutefois de prévoir un lit de sable de protection pour les terrains rocailloux ou argileux.

Puis-je planter des fleurs et des arbres au dessus du capteur ?

Vous pouvez planter toute sorte de fleurs et d'arbustes. Pour un arbre, il vous faudra respecter un rayon de 2 mètres sans capteur.

Puis-je goudronner ou bétonner la zone de captage ?

Certains goudrons perméables le permettent. En revanche, vous ne pouvez pas bétonner sur la zone de captage.

Puis-je rouler sur la zone de captage ?

Si la zone a été correctement recouverte (épaisseur de 60 cm de terre), le capteur peut supporter la circulation d'une voiture et même d'un camion.

Y a-t-il une distance à respecter pour placer le capteur ?

Il est nécessaire de laisser un espace d'au moins 1,50 m entre le capteur et la maison. De plus, la distance maximum avec l'habitation doit être de 20 m avec le fluide frigorigène et de 50 m avec l'eau glycolée.

La zone de captage peut-elle s'épuiser ?

Le sol reçoit en permanence des calories (soleil, vent, pluie, etc.).

En outre, grâce à leur caractère réversible, les PAC géothermiques rejettent des calories dans le sol en été au lieu d'en capter (en mode rafraîchissement ou climatisation) : ceci contribue à régénérer la terre. Donc vous ne verrez pas votre zone de captage s'épuiser.

Le plancher chauffant provoque-t-il des lourdeurs aux jambes ?

Non, depuis les dispositions de la norme AFNOR 65-14 concernant les planchers chauffants, la température de la dalle n'étant que légèrement plus élevée que la température ambiante (3°C), vous ne ressentirez pas ce genre de désagrément.

Les auteurs tiennent à remercier :

- **Mac Lesggy**, journaliste scientifique et animateur-producteur de l'émission $E = M6$, qui a spontanément accepté de préfacier ce guide.

- **France Géothermie** pour son expertise et sa validation ainsi que les services techniques (bureau d'études, bureau des méthodes, Recherche & Développement...) et son réseau d'installateurs agréés.

France Géothermie conçoit, fabrique, assemble et commercialise des systèmes de chauffage géothermique, aérothermique et de climatisation depuis 1995.

www.france-geothermie.com

- **L'association Planète Polaire** pour son investissement dans la sauvegarde de notre planète.

Lancé en 2007, son projet « Our Polar Heritage » (Notre Patrimoine Polaire) consiste en une campagne de prises de vues et de reportages sur le travail, la vie et l'action des chercheurs en milieux polaires (Arctique et Antarctique) afin de créer un fonds photographique polaire qui servira à l'issue de l'année polaire internationale (*expositions géantes dans les rues de grandes villes, ouvrages, articles dans les revues spécialisées, participation à des colloques scientifiques et même valorisation dans un cadre pédagogique*).

(planetepolaire@freesurf.fr ou 04 38 37 00 96).

www.ourpolarheritage.com

Sources et bases documentaires :

- **L'AFPAC**, Association française des pompes à chaleur.

Association dont la mission est de promouvoir le développement des PAC en France.

www.afpac.org

- **L'ADEME**, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Établissement public dont les principaux domaines d'intervention sont les économies d'énergie, les énergies et matières renouvelables, le bâtiment, le changement climatique, l'air, le bruit, les déchets, les sites et sols pollués et le management environnemental.

www.ademe.fr

- **Le BRGM**, Bureau de recherches géologiques et minières.

Établissement public de référence dans le domaine des sciences de la terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.

www.brgm.fr

- **Le réseau des DRIRE**, Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

Les DRIRE assurent différentes missions : aide aux entreprises, énergie, environnement, développement durable, sous-sols/mines/carrières/eau minérale.

www.drire.gouv.fr

