

Les pompes à chaleur

La Rédaction¹.

Généralités

Grâce à la pompe à chaleur (PACS), les calories sont extraites de divers milieux (air extérieur, eau de surface ou souterraine, sol de surface ou profond) pour être transférées via un fluide échangeur à divers émetteurs de chauffage : plancher chauffant-rafraîchissant, split ou multisplit (système réversible modulable pour une ou plusieurs pièces), système centralisé à air ou ventilo-convecteurs. Par système réversible, on entend un système pouvant, selon la saison, chauffer ou rafraîchir.

La chaleur est absorbée du milieu extérieur par le fluide frigorigène qui se vaporise à basse température en traversant un premier échangeur (évaporateur). Le fluide, à l'état vapeur, est aspiré par le compresseur qui est entraîné par un moteur électrique où il est comprimé. Cette opération va provoquer une augmentation de la température du fluide. La vapeur à haute pression est refoulée vers un deuxième échangeur (condenseur) où elle va pouvoir transmettre la chaleur prélevée dans le début du cycle. En baissant de température, le fluide va condenser et passer à l'état liquide, puis, passant à travers le détendeur, il va baisser en pression et en température pour se retrouver à l'état initial du cycle.

Globalement, l'opération nécessite un peu d'énergie électrique pour faire fonctionner le compresseur et un fluide frigorigène dont le changement d'état (vapeur ou liquide) permet de transférer les calories vers l'espace à chauffer. L'équivalent le plus simple de ce fonctionnement est celui du réfrigérateur, sauf que, dans ce cas, ce sont les calories intérieures qui sont rejetées à l'extérieur (dans la pièce où il est installé). La figure 1 représente le schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur.

Schématiquement, le bilan thermique donne les chiffres suivants : 2 à 3 kWh récupérés du milieu, 1 kWh consommé par le compresseur (source électrique extérieure), 3 à 4 kWh distribués dans le système de chauffage, ce qui se traduit par un coefficient de performance (COP), rapport entre l'énergie utile et l'énergie consommée, de 3 à 4. Le kWh consommé dans le compresseur a souvent été invoqué comme argument négatif pour les pompes à chaleur (qualifiées d'équipement électrique) pour ne pas reconnaître leur caractère valorisant en énergie renouvelable, mais le bilan apparaît clairement excédentaire.

Si le principe de la pompe à chaleur est connu de

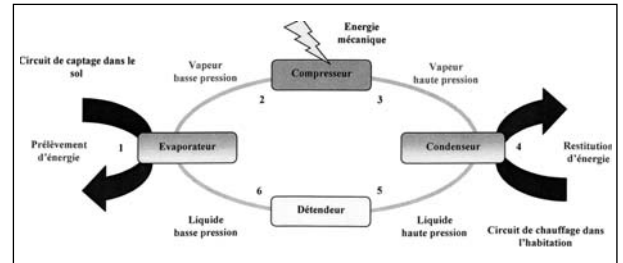


Figure 1. Schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur (source : www.geothermie-perspectives.fr).

longue date (première réalisation avant le début du XX^e), son application effective en France remonte aux années 70 avec les chocs pétroliers. Toutefois, jusqu'aux années 97, la demande est restée modeste puisqu'à cette date on installait environ 1700 pompes par an dans des logements neufs ; on en est au moins à dix fois plus aujourd'hui.

C'est à cette époque qu'à l'initiative d'EDF entre autres, les principaux acteurs de la filière se sont regroupés au sein de la Commission « Pompes à chaleur » de l'Association Française du Froid, dans le but de mettre en place des règles professionnelles communes. Cette situation a duré jusqu'en 2002, date à laquelle il a été décidé de créer une association à part entière, l'Association française pour les pompes à chaleur (AFPAC), mise en place le 26 février 2002.

Association française pour les pompes à chaleur (AFPAC)

L'AFPAC comprend aujourd'hui environ 40 membres représentatifs de l'ensemble de la filière, dont plus de 50% d'industriels et de distributeurs.

On y retrouve des industriels spécialisés dans la PAC (Sofath, France Géothermie, Avenir Energie, Climasol, Enalsa, Mondial Géothermie, etc.), ou issus du monde de la climatisation (Carrier, Ciat, Technibel, Aermec, Daikin, etc.), ou encore venant du monde du chauffage (Adler, Atlantic, Buderus, De Dietrich, Développement systèmes, Multibeton, Stiebel eltron, Viessmann, etc.), des bureaux d'études, des énergéticiens (EDF, GDF), des organismes de contrôle et de certification (Eurovent, Promotelec), des organisations professionnels d'installations (UCF, CAPEB, SNEFCCA), des laboratoires techniques (CETIAT, COSTIC, GRETh), des organismes publics (ADEME, BRGM) et d'autres

1. Remerciements à Didier Rys, secrétaire de l'Association française pour les pompes à chaleur (AFPAC) pour sa contribution à l'élaboration de ce texte. Courriel. afpac@easyconnect.fr

Remarque : cet article traite de l'ensemble des pompes à chaleur, pas seulement de celles à caractère géothermal.

associations (AFCE, AICVF, UNICLIMA).

L'AFPAC a pour missions de fédérer l'ensemble des acteurs des pompes à chaleur, d'assurer la promotion de celles-ci au travers d'une démarche qualité, d'établir des documents de sensibilisation et de promotion (guides et référentiels pour les professionnels, informations pour les clients, notamment dans les espaces Info-énergie, etc.), d'assurer des échanges scientifiques et techniques avec les partenaires français et européens (EHPA : *European Heat Pump Association* qui regroupe une dizaine d'États ; Commission européenne, etc.) de façon à disposer de référentiels et de normalisations aussi proches que possible. Un des objectifs majeurs est de faire reconnaître les principaux éléments techniques de la filière comme relevant de techniques courantes et non pas de compétences de spécialistes.

Au niveau de la démarche qualité, une charte est en cours d'élaboration qui s'appuie sur une dizaine d'engagements concernant les installations, la disponibilité des équipements, l'approche commerciale, l'utilisation des produits techniques, etc.

Technologie

On distingue deux grands types de pompes à chaleur, celles qui font intervenir des solutions géothermiques, celles qui utilisent l'air. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif d'ensemble.

Dans les systèmes géothermiques de type sol-sol ou sol-eau à capteurs horizontaux, on dispose un réseau de plusieurs boucles de tuyauteries en cuivre de qualité frigorigère, gainées d'un matériau synthétique pour la protection contre la corrosion. Pour les systèmes de type eau glycolée – eau, les tubes sont généralement en matériau de synthèse. Les tubes sont espacés d'environ 0,6 m et mis en place entre 0,6 et 1,2 m de profondeur. La superficie mobilisée par ce réseau représente une fois à une fois et demie la surface à chauffer et les plantations à

enracinement profond sont fortement déconseillées. La figure 2 présente le schéma d'une pompe à chaleur géothermique.

Dans les systèmes géothermiques à capteurs verticaux, l'énergie est récupérée au travers d'une sonde constituée généralement d'un double tube en U, en polyéthylène, dans lequel circule, en circuit fermé, une solution d'eau et d'antigel. Il faut compter environ un mètre de profondeur forcée par m² de surface à chauffer. Les forages peuvent atteindre des profondeurs de 80-100 m. Souvent, on préfère réaliser plusieurs forages moins profonds (50-60 m). Cette solution, plus onéreuse que les capteurs horizontaux, a l'avantage de limiter les contraintes de terrain et d'emprise au sol.

Dans l'ensemble, pour les trois systèmes géothermiques (sol-sol, sol-eau, eau-eau), il faut compter 100 à

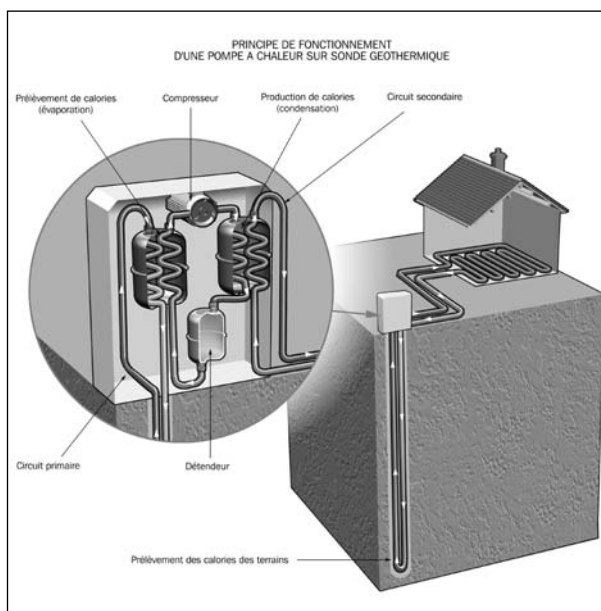


Figure 2. Schéma d'une pompe à chaleur géothermique (source : www.geo-thermie-perspectives.fr)

TYPE	Échangeur de prélèvement (Évaporateur)			Échangeur de restitution des calories (Condenseur)	
	Primaire	Secondaire		Primaire	Secondaire
Géothermique					
Sol-sol	SOL	frigorigène	Compresseur	frigorigène	SOL (plancher)
Sol-eau					EAU (réseau chauffage)
Eau-eau	EAU				
Aérothermique					
Air-Eau	AIR	frigorigène	Compresseur	frigorigène	EAU (réseau chauffage)
Air-Air					AIR

150 euros d'investissement par mètre carré chauffé.

Les systèmes qui fonctionnent par prélèvement des calories sur l'air extérieur (aérothermie) sont capables de fonctionner jusqu'à des températures extérieures très basses (-15 à -20°C suivant les produits). Cependant, pour leur dimensionnement, il est nécessaire de tenir compte de la baisse de puissance due à la baisse de température extérieure. Les solutions air/eau ou air/air impliquent des investissements moindres, de 80 à 120 euros par m² à chauffer pour les premières, fourchette qui descend entre 70 à 90 euros pour les secondes.

Pour chaque système existent plusieurs types de groupes, dont les puissances varient de 2000 à 27 000 W selon les groupes.

Si l'investissement peut être plus élevé que pour des installations de chauffage à eau chaude traditionnels, il est en général récupérable sur 5-10 ans. La motivation des acheteurs s'exprime aussi dans l'adoption d'un système propre et écologique, dans un confort d'été dû à la réversibilité, etc. Les coûts de fonctionnement se situent entre 35 et 45 euros au mètre carré chauffé, par an.

Sur le territoire métropolitain, la répartition des différents systèmes de pompes à chaleur varie d'une région à l'autre. Ainsi, les systèmes air-air se trouvent plutôt dans les régions méridionales ensoleillées (Provence, Sud-Ouest, Languedoc...), tandis que les systèmes air extérieur-eau se développeront plutôt dans les régions de température moyenne (Île-de-France, Bretagne...), les systèmes eau-eau se développant en région froide.

On notera que les systèmes géothermiques sont plutôt utilisés en maison individuelle, par le biais du plancher chauffant, tandis que les dispositifs air – air sont principalement utilisés en bâtiment collectif.

Le marché en France et en Europe

Pour la France, il n'y a malheureusement pas de statistiques disponibles englobant les bâtiments neufs et ceux qui sont remis en état, ou les bâtiments industriels ou de bureaux. On ne dispose donc que d'ordres de grandeurs qui se recouvrent partiellement.

Selon l'enquête BATIM sur les logements neufs, intégrant les systèmes air-air, on est passé de 1700 pompes installées en 1997 à près de 17 000 en 2002. Bien qu'en forte augmentation aujourd'hui, ces chiffres ne représentent que 6-7% du logement neuf. L'évaluation PAC INFO (source AFPAC), qui porte sur les ventes industrielles (neuf et existant), solutions air-air exclues, donne 12 400 pompes vendues en 2002, 13 700 en 2003 et 18 300 en 2004. La plupart des solutions eau-eau et air-eau sont réversibles et

ont une puissance comprise entre 5 et 20 kW thermiques. L'ensemble du parc français, hors tertiaire, représenterait aujourd'hui environ 70 000 pompes

Pour un particulier, l'installation d'une pompe à chaleur (géothermique ou air-eau de COP >3) bénéficie d'un crédit d'impôt qui est passé de 15 à 40% au 1^{er} janvier 2005 (loi de finances 2005). Supprimé pour les solutions air-air par crainte de financer des équipements de climatisation, il est en cours de rediscussion pour arriver à encourager la mise en œuvre de solutions de chauffage performantes tout en évitant les risques de dérive ou de détournement de l'aide.

Le tableau ci-dessous donne la répartition des pompes à chaleur installées dans l'Union européenne, à la date de l'année 2003, par ordre d'importance des pays (source : EHPA – EurObserv'ER, 2004).

Pays	Nombre	Puissance (MW thermiques)
Suède	212 000	1 270
Allemagne	79 650	675
France	45 500	670
Autriche	37 000	640
Finlande	22 000	360
Italie	20 000	320
Danemark	7 700	90
Pays-Bas	6 700	80
Belgique	2 500	25
Irlande	2 000	20
Grèce	150	1,6
Royaume-Uni	150	1,2
Total UE	435 350	4 153

La Suède vient de loin en tête avec 30 000 - 40 000 pompes vendues actuellement, par an. Dans ce pays, 95% du marché du neuf (non raccordé à un réseau de chaleur) est équipé de ce type de produit et le gouvernement ne fournit aucune aide au financement des investissements. La France est dans le peloton de tête puisqu'elle vient en 3^{ème} position.

En Allemagne, les chiffres annuels de vente sont analogues aux chiffres de France, l'éolien et le solaire ayant été privilégiés

En Suisse (hors UE), plus de 10 000 pompes sont vendues annuellement, principalement du type air-eau et eau-eau, ce qui représente plus de 60% du marché du neuf. Par ailleurs, malgré les aides, le marché solaire ne se développe pas.

Perspectives

Avec l'augmentation prévisible du coût de l'énergie à partir des sources non renouvelables, le marché des pompes à chaleur, entre autres, a toutes les chances de se développer, et ni le coût des investissements, ni celui de l'électricité pour faire fonctionner le compresseur ne seront considérés comme des aspects pénalisants.

Pour l'immédiat, il s'agit à la fois :

- de faire reconnaître la PAC comme un équipement valorisant les énergies renouvelables, ce que tous ne reconnaissent pas encore pour la récupération sur l'air extérieur ;
- de formaliser les règles techniques de mise en œuvre de la PAC afin de les faire reconnaître comme techniques courantes par les assureurs ;

- d'accompagner l'évolution du marché par une démarche qualité pour que la promesse faite soit au rendez-vous ;
- de développer le marché de l'existant, en particulier par la substitution de chaudières combustibles, un chauffage par pompe à chaleur émettant trois à quatre fois moins de gaz à effet de serre qu'un chauffage au combustible. Cet axe de développement devient majeur pour contribuer à l'objectif de division par 4 ou 5 des émissions de CO₂ d'ici 2050.

Pour en savoir plus

Association française pour les pompes à chaleur
(AFPAC : c/o CERTEX, 22 rue de la Pépinière, 75008 Paris
Fax : 01 45 22 33 55
Courriel : afpac@easyconnect.fr
Internet : www.afpac.org