

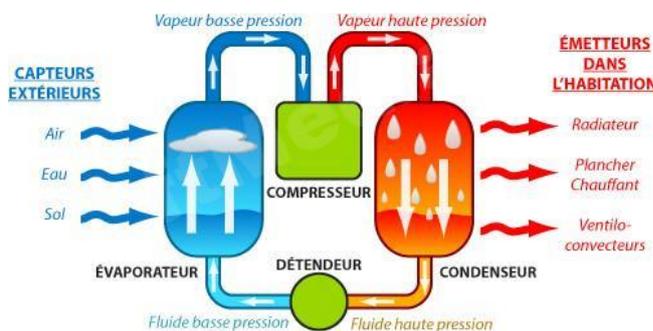
Energie et bâtiments (17) – Les pompes à chaleur (a)

Dans le dernier numéro nous avons analysé la solution traditionnelle de référence pour chauffer nos maisons et nos appartements, à savoir la chaudière, qu'elle soit gaz ou mazout (ou biomasse), qu'elle soit à condensation ou non. Nous avons ainsi couvert une partie importante et historique du marché des solutions de chauffage.



Bien entendu, la chaudière n'est pas la seule solution, au contraire. En effet il existe de plus en plus d'alternatives, avec en particulier la pompe à chaleur dont le marché explose en Belgique et en Europe.

A nouveau je ne vous apprendrai pas le fonctionnement d'une PAC, puisque vous avez comme-moi eut le plaisir de suivre les cours de thermodynamiques de l'institut, avec ... plus ou moins de bonheur d'ailleurs.



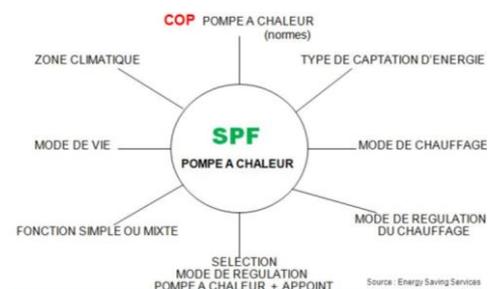
Je vais donc ici plutôt me contenter de parcourir différents aspects pratiques de ces pompes à chaleur, histoire d'attirer votre attention sur les points forts, les points faibles et les pièges éventuels dans lesquels ne pas tomber.

Tout d'abord un rappel sur la raison de l'enjouement des PAC. En effet, la PAC est la seule machine de chauffage (d'un espace ou d'eau chaude sanitaire) qui génère une quantité d'énergie (nettement) supérieure à celle qu'elle consomme. Donc, lorsqu'on parle de rendement en PAC, on parle d'ordres de grandeur qui vont de 250 à 500% et plus, valeurs qui font pâlir d'envie les autres technologies, tournant plutôt autour des 80 ou 90%, voire 105 ou 106% pour les chaudières à condensation (et encore, via un artifice normatif).

Dans le cas des pompes à chaleur, l'intérêt est donc bien de transférer de la chaleur depuis une source froide (le milieu naturel) vers une source chaude (le bâtiment à chauffer) en consommant le moins d'énergie possible pour cette transformation.

Quelques notions

Rappelons qu'en matière de pompes à chaleur on parle plutôt de COP que de rendement, le COP étant le rapport entre l'énergie restituée par la PAC et l'énergie consommée pour réaliser le transfert. Mais ce COP n'est valable que pour une seule condition d'essai définie. Ainsi, le COP annoncé par les fabricants de PAC est mesuré en laboratoire selon la norme EN 14511 ou la EN 255, et n'est valable que dans ces conditions précises.



De plus en plus, il est de ce fait aussi question de SPF (Seasonal Performance Factor). Ce facteur de performance saisonnier va lui intégrer les variations de températures saisonnières (en source froide et en source chaude) de manière à mieux refléter la réalité d'usage. On parlera aussi de COP saisonnier.

Différents types de source froide

Comme mentionné, la PAC va chercher ses calories dans la source froide qui est le milieu naturel. Mais toutes les sources froides ne se valent évidemment pas. Voyons-les en détail du point de vue des avantages et des inconvénients :

- ✓ *Air extérieur* : c'est évidemment la source froide la plus accessible et la plus abondante, mais



aussi la plus facilement accessible. Capturer de l'air extérieur est donc très peu coûteux. Par contre, vu la quantité d'énergie que l'on souhaite récupérer, il est souvent nécessaire de recourir à une captation dynamique au moyen d'un brassage d'une grande quantité d'air, ce qui consomme de l'énergie et génère un bruit parfois gênant (pour les voisins également). Un autre inconvénient non négligeable

de la captation dans l'air est que cet air extérieur subit de grandes variations de température, tant journalières que saisonnières, et que le rendement de l'installation est intimement lié à cette température. En effet, plus la température de la source froide sera élevée et plus le rendement de l'installation sera élevé. C'est pourquoi le COP saisonnier sera en général sensiblement différent d'un COP normalisé annoncé par les fabricants et mesuré par exemple à 7°C de t° de source froide.

- ✓ *Eau (nappe phréatique)* : Il n'est pas facile d'obtenir l'autorisation de pompage dans une nappe phréatique en Belgique, par crainte de possibles pollutions. De plus, ce type de pompage engendre des coûts de fonctionnement (pompage de l'eau) et d'investissements (réalisation des puits) plus élevés. Par contre, l'eau des nappes est à température constante toute l'année, et surtout à une température souvent plus élevée, de 7 à 12°C



- ✓ *Eau (étangs, rivières, ...)* : La température reste assez constante sur une année, mais plus basse que dans le cas précédent. De plus, la consommation des pompes est importante vu la quantité d'eau nécessaire, et des problèmes de qualité d'eau et d'autorisation se posent aussi.

- ✓ *Sol (captation horizontale)* : enterré à 80 cm de profondeur seulement, ce captage s'apparente plus à une collecte de l'énergie solaire (recharge au printemps et en hiver) qu'à



de la géothermie, tout en profitant aussi de l'inertie du sol. Le capteur doit être dimensionné selon le potentiel de prélèvement thermique du sol (entre 10 et 40 W/m² selon la VDI 4640) mais bien sûr aussi en fonction de la puissance nécessaire, donc de la surface à chauffer et du fluide circulant dans le capteur (fluide frigorigène ou eau glycolée). On considère dans les nouvelles constructions actuelles une surface moyenne de captage de l'ordre de 2 fois la surface à

chauffer, mais ce rapport peut fortement augmenter avec les maisons plus anciennes que l'on souhaite équiper de ce type de PAC.

Attention à ne pas sous-dimensionner la surface de captage, ce qui peut conduire après plusieurs années à transformer le jardin en « tôle ondulée ». Cet effet provient d'un capteur dont les boucles sont trop proches (pour mettre « plus de puissance » dans un petit jardin) ce qui conduit en hiver au gel d'un cylindre entourant le tuyau enterré, gel qui amène bien sûr à la dilatation du sol et ce fameux effet tôle ondulée.

Bien sûr, ce type de capteur nécessite des travaux de génie civil importants, mais dont le surcout est limité s'ils sont réalisés au moment de la construction (présence des engins de chantier). Et bien sûr il ... remet la végétation à plat et oblige à repartir de zéro, d'autant que l'on privilégiera un simple gazon pour éviter les problèmes de racines, mais aussi permettre l'ensoleillement et la réchauffe estivale tout en assurant une bonne pénétration des précipitations.

- ✓ *Sol (captation verticale)* : Dans ce cas de figure, on va essayer de récupérer la chaleur dans le sol également, mais en réalisant des forages verticaux qui permettront de descendre à des profondeurs de l'ordre de 100 à 150 m. Bien entendu, en s'enfonçant de la sorte le capteur est nettement moins influencé par le climat de surface et les cycles du soleil, et procure donc l'avantage d'une température beaucoup plus stable sur l'année, aux alentours des 12°C.



En pratique, la sonde est réalisée en forant un puits consolidé par un assemblage d'anneaux en ciment, dans lequel est introduite une épingle en U, le liquide (eau glycolée) descend dans le fond du puits et remonte réchauffé à 12°C. L'espace entre les parois du puits et la sonde est rempli de bentonite.

Le dimensionnement des sondes tiendra compte du potentiel thermique du sol, très variable d'une région à l'autre et selon la nature du sol (de 25 à 80 W/m) – une détermination de ce potentiel devra toujours être réalisé par une entreprise spécialisée- et de la puissance à fournir. Le nombre de sondes sera alors déterminé pour satisfaire la puissance de chauffe nécessaire, et pour les gros bâtiments il n'est pas rare de voir se réaliser de vrais champs de sonde. Dans certains cas il est d'ailleurs possible de combiner la fonction de pieux (stabilité) avec celle de sonde géothermique. Par contre il convient dans le cas de plusieurs sondes de ne pas les positionner trop près l'une de l'autre pour éviter qu'elles ne finissent par se faire concurrence dans le prélèvement de l'énergie du sol.

Le forage vertical est donc une solution efficace (COP plus élevé et SFP plus proche du COP) mais qui est aussi coûteuse. On considère en première approche (très grossière) un coût de forage de l'ordre de 1 € par Watt de puissance de l'installation de chauffage. Ainsi, dans le cas d'une maison unifamiliale existante équipée d'une chaudière mazout de 30 kW, un forage vertical pour remplacer exactement cette puissance coûterait 30.000 € !

Enfin, notons que le terme de « géothermie » associé à cette technique est utilisé de manière un peu exagérée, la vraie géothermie dite « profonde » considérant des profondeurs de forage de 1.000 m ou plus et des températures de source froide de ... 50 à 95°C.

En conclusion, du point de vue de la source froide (celle où l'on ira chercher les calories) la solution la plus efficace énergétiquement est la sonde en forage vertical, alors que celle qui génère le moins d'investissement est le captage dans l'air ambiant extérieur.

Dans le prochain numéro nous verrons ce qu'il en est de la source chaude et de la combinaison des deux aspects, ainsi que de la meilleure solution dans chaque cas de figure.

Suite au prochain numéro ...

A .Xhonneux, Administrateur Délégué d'EnerConsult SA

