

Pompe à chaleur fiche 6

1) Description de l'état initial de l'installation

La maison construite en 1993 possède une superficie de 135 m² sur 2 niveaux et est située en région grenobloise à une altitude de 430m.

Le chauffage comme la production d'eau chaude sanitaire étaient assurés par une chaudière gaz d'origine, avec émetteurs en planchers chauffants pour les 2 niveaux. La consommation gaz ramenée en PCI est en année moyenne de 26 690 kWh après conversion des kWh facturés par GDF en kWh PCI pour comparer les différents modes d'énergies.

Ce bilan année moyenne couvre les années de 1998 à 2007. Les factures ont varié entre les extrêmes de 22 800 (hiver 2006-2007 très doux) et 31 000 kWh (hiver 2004-2005 très froid) et aussi 30 700 kWh (hiver 2005-2006 aussi très froid).

L'année 2007-2008 est spécifique, car à la consommation gaz de 26 200 kWh s'ajoute celle d'un demi-stère d'un poêle 9 kW à buches installé en 2007.

L'apport de ce ½ stère de bois est de 850 kWh brut, soit 612 kWh net en prenant en compte le rendement du poêle.

Ceci donne pour l'ensemble chauffage et eau chaude sanitaire, sur la base des 26 690 kWh de moyenne, une consommation spécifique de 197 kWh/m²/an, mesurée en énergie finale. Ce chiffre est représentatif de maison moyennement isolée des constructions de ces années.

En énergie utile, en prenant en compte un rendement chaudière gaz moyen annuel de 0.76, nous obtenons une énergie chauffage et ECS utile de 20 284 kWh.

La consommation électrique en moyenne annuelle était de 4 500 kWh.

2) Les modifications

Les modifications portent sur une amélioration de l'isolation thermique en combles perdus et sur la mise en place d'une pompe à chaleur air/eau

Nota :

Les opérations ayant été faites simultanément, nous ne pourrions distinguer directement et indépendamment l'apport bilan de chacune d'elles. Toutefois une approche simplifiée permettra de les séparer approximativement.

2.1 : Isolation thermique

Remplacement de la laine de verre passablement inefficace (réduction d'épaisseur de 50% et largeur réduite des panneaux, en 15 ans) par une isolation d'épaisseur 30 cm en ouate de cellulose. Ces travaux se sont déroulés sur 2 jours en décembre 2008

2.2 Pompe à chaleur

Suite à un court-circuit d'une carte électronique, la chaudière gaz déclarée irréparable (disponibilité de composant électronique) a été remplacée par une pompe à chaleur pour la fonction chauffage en septembre 2008.

La fonction ECS est désormais assurée de façon indépendante par un chauffe-eau électrique programmé sur les heures creuses.

La génération de chaleur est assurée par une PAC air/eau réversible (donc climatisation possible l'été) d'une puissance fournie de 10 kW.

Le COP annoncé est de 3,7 pour une température extérieure de +7°C et de 2.5 pour une température extérieure de - 5 °C.

Une résistance électrique d'appoint est prévue, notamment en cas de froid extrême. En fait elle n'est jamais utilisée, le recours au chauffage bois sera favorisé en cas de grand froid.

L'installation de l'ensemble pompe à chaleur s'est faite en une semaine (raccordement direct à l'ancien circuit).

L'incidence sonore du groupe extérieur est faible, et ne pose aucun trouble aux voisins ; il est à peine sensible à l'intérieur de la maison.

2.3) Les coûts

Isolation :

Coût total : 2 500€

L'aide obtenue : crédit d'impôt de 250 € (2008) = 25% du coût des matériaux seuls)

La PAC + ballon électrique

Coût total : 11 500 €.

L'aide obtenue : crédit d'impôt de 4 700 € (2008) = 50% du coût des matériaux seuls)

3 Le bilan

3.1 Bilan énergétique global

L'énergie électrique moyenne annuelle, consommée sur les 2 dernières années après modification s'établit à 10 200 kWh / an (10 539 kWh pour l'hiver 2008-2009 considéré comme un hiver froid, comparable à celui de 2005-2006 puis 9 869 kWh pour l'hiver 2009-10)

A cette énergie électrique il faut ajouter l'appoint bois d'un demi-stère soit 612 kWh utiles. (Sensiblement la même consommation de bois que lors de la dernière année avant modification)

Un changement en parallèle de quelques appareils ménagers conduit à évaluer un petit gain sur la consommation du poste électricité usages dits spécifiques (hors chauffage et ECS) qui serait passée de 4 500 kWh à 4 200 kWh.

Globalement la consommation chauffage et ECS (en énergie finale) est passée de 26 690 kWh à $10\,200 - 4\,200 = 6\,000$ kWh, ce qui ramène la consommation à 44 kWh/m²/an en énergie finale.

Globalement, nous pouvons retenir que l'ensemble des opérations a fait passer la consommation de 197 à 44 kWh/m²/an en énergie finale.

En supposant que l'ECS consomme 1 000 kWh (justifié par une faible consommation annuelle d'eau), le chauffage seul représente 5 000 kWh, soit 37 kWh/m²/an pour le seul chauffage.

3.2 Bilan pompe à chaleur.

a) Bilan thermique, le COP

Nous disposons des COP théoriques, mais compte tenu de la sensibilité de la variation du COP à la température extérieure, il est difficile de faire directement un bilan séparé COP moyen. Nous passerons par l'estimation des variations de pertes thermiques pour faire ce bilan PAC.

Le passage d'eau chaude sanitaire de chauffage gaz au chauffage électrique ne se traduit que par un écart faible de 315 kWh de perte du fait des rendements différents.

Une estimation théorique des pertes évitées par l'isolation donne 2 800 kWh.

Cette estimation repose sur un modèle thermique prenant en compte le passage d'un isolant laine de verre en partie inefficace (tassement + rétrécissement de 10cm, conduisant à un accroissement des pertes de 75 %) à un nouvel isolant d'épaisseur 30cm sur la surface totale des combles non aménagés de 75m².

L'apport pompe à chaleur serait donc de 16 554, comme le montre le bilan :
(20 284 [énergie utile avant travaux] – 2 800 [isolation] - 315 [ECS] – 615 [bois])

La consommation électrique correspondante étant de 5 000 kWh **le COP moyen calculé est de 3,3**. Cette valeur déduite d'un bilan réel, confirme la bonne performance attendue de la PAC air/eau sur plancher chauffant.

Les 2 derniers hivers, mettant en œuvre la pompe à chaleur, peuvent être classés comme froid. Le bilan comparé fait à partir des données des hivers froids (30 700 kWh consommés au lieu de 26 690) donnerait un COP encore plus élevé.

b) Bilan financier

Rappel total des dépenses :

Hors aides : 14 000 €

Avec déductions des crédits d'impôts : 9 000 €.

Il faut indiquer que le choix PAC a évité l'achat d'une nouvelle chaudière gaz à condensation: coût estimé : 3 000 € avec déduction du crédit d'impôt.

Dépenses supplémentaires annuelles d'électricité après modifications : environ 700 €
(6 000 kWh d'électricité au tarif 2010, abonnement + mix heures pleines / heures creuses)

Dépenses annuelles gaz avant modifications : 1 500 €.
(27 000kWh et tarif de base 5 c€/kWh + abonnement au tarif 2010)

Soit économies de dépenses d'environ 800 € et un retour sur investissement hors aides en 14 ans et avec les aides en 8 ans (ces données de durées sous évaluées en ne tenant pas en compte les intérêts intercalaires, ni l'inflation des coûts des énergies)

Nota :

Il est considéré que le prix du gaz ne peut qu'augmenter beaucoup plus que celui de l'électricité, ce qui fortifie le choix. Un calcul intégrant l'inflation des coûts d'énergies (gaz +10% par an, électricité + 4% par an) conduit à un retour sur investissement de l'ordre de 8 ans.

4 Conséquences environnementales, bilan CO₂

A 1 MWh gaz correspond 0.23 tonne de rejet de gaz carbonique
Aux 26,69 MWh gaz correspondraient 6,13 tonnes rejetées par année.

Si en France la fourniture d'un MWh électrique induit en moyenne 65.3 kg de CO₂, il a toutefois pour le chauffage électrique été retenue une émission moyenne de 180 kg / MWh (Convention ADEME EDF) pour prendre en compte l'apport des centrales alimentées en fossiles en pointe de consommation que l'on attribut au seul chauffage électrique.
Sur cette base aux 6 MWh d'électricité correspondent 1,08 tonne de CO₂.

La situation après modification se traduit par une baisse des rejets de CO₂ de 5 tonnes /an.

La taxe carbone n'est pas encore en place, mais les valeurs annoncées sont de bons indicateurs.

Sur la base de 17 € la tonne de gaz carbonique au début, pour une montée à 100 €, la pénalité gaz faible au début pourrait atteindre 500 € / an et ainsi le retour sur investissement avec les aides passerait de 8 ans à 5 ans.