

Du bon usage des pompes à chaleur

Olivier SIDLER – Consultant en énergétique – olivier.sidler@gmail.com

21/03/2022

Faut-il ou non recourir massivement aux pompes à chaleur (PAC) pour réduire notre dépendance au gaz russe ? Certainement. Mais surtout pas n'importe comment au risque d'atteindre le résultat inverse.

La pompe à chaleur est une machine unique en son genre, capable de revaloriser une énergie dont la température est trop basse. Celle du sol, de l'air ou de l'eau qui nous environnent ne dépasse jamais 10 ou 12°C et ne permet donc pas de se chauffer avec. Mais la pompe à chaleur, grâce à un cycle thermodynamique astucieux, est capable de relever significativement le niveau de température de cette énergie très abondante, et de la rendre utilisable. Et cette opération a ceci de remarquable qu'en fournissant un kWh d'électricité à la pompe à chaleur, celle-ci restitue de 2 à 7 kWh de chaleur « empruntée » à l'environnement. **Elle constitue donc *a priori* une alliée essentielle dans la transition énergétique.**

Mais pour que ce miracle apparent puisse avoir lieu il faut que deux conditions soient impérativement satisfaites :

1 – Le Coefficient de Performance (COP) d'une PAC est le rapport de la quantité de chaleur qu'elle fournit à la quantité d'électricité qu'on lui a fournie. Le COP est inversement proportionnel à l'écart des températures de la chaleur fournie par la PAC et de l'énergie prise dans l'environnement. **Cet écart doit donc être le plus faible possible.** Ainsi le COP peut atteindre 6 ou 7 en prenant la chaleur dans le sol (10 à 15°C) et en chauffant au moyen d'un plancher chauffant (35°C), mais il peut ne valoir que 2 en puisant la chaleur de l'air extérieur (température négative) et en soufflant de l'air à 60°C dans le logement. Dans le premier cas la PAC se justifie pleinement, dans le second pas du tout.

2 – La température maximum que peut fournir par elle-même une PAC¹ est de 55-60°C. Au-delà, la pression du fluide frigorigène devient beaucoup trop élevée. **Il faut donc toujours s'assurer que la température en sortie de PAC sera inférieure à 55-60°C.**

Toutefois, les constructeurs pallient ce handicap en dotant les PAC de résistances électriques d'appoint capables de porter jusqu'à 80 ou 90°C la température de l'eau ou de l'air fourni par la PAC. Mais ce mode de fonctionnement, qui n'existe que pour les températures extérieures inférieures à 5°C, conduit à ce que l'essentiel de la consommation d'électricité de la PAC alimente les résistances électriques. Sans le dire, les PAC fonctionnent alors comme des convecteurs électriques....

Les pompes à chaleur auront donc un fonctionnement optimal à la condition essentielle que la température de l'air ou de l'eau qu'elles fournissent ne dépasse pas 40 ou 45°C. On disposera alors de COP très élevés² et de la garantie de ne jamais recourir aux résistances thermiques de la machine.

¹ Sauf les PAC fonctionnant au CO2

² Comme en attestent toutes les campagnes de mesure faites : il existe des logements sociaux fonctionnant avec une PAC dont le COP annuel moyen est de 6,6. La consommation de chauffage n'est que de 4 kWh/m²/an d'électricité.

Que va-t-il se passer si on se contente de substituer des PAC aux chaudières fioul et gaz ?

La régulation de toutes les installations de chauffage à eau chaude fonctionne sur le même principe : plus il fait froid, plus la température de l'eau envoyée vers les radiateurs est élevée. Pour les bâtiments d'avant 2000, cette température est en général de 80 ou 90 °C pour la température extérieure de base.

Si on se contente de remplacer une chaudière par une PAC, il faudra donc que celle-ci puisse produire de l'eau chaude bien au-delà de sa capacité propre de 55°C. On est donc certain que les jours où la température extérieure sera inférieure à 5°C il faudra massivement recourir à des résistances électriques. La conséquence sera une augmentation de la pointe hivernale qui supposera la mise en marche...de centrales au gaz, ce même gaz dont on se proposait de réduire la consommation. On risque donc d'atteindre l'inverse du résultat recherché.

Et si on mettait les PAC seulement « en relèvements » de chaudière ?

La PAC fonctionne tant que la température extérieure est supérieure à 5°C, la chaudière fonctionne le reste du temps. Solution déjà lancée au début des années 80 (système PERCHE). Il s'agit d'un dispositif coûteux, difficile à régler et supposant une disponibilité de place faisant souvent défaut. Il substitue de l'électricité à une partie du gaz consommé. Mais comme le bâtiment n'est pas isolé, la quantité d'électricité nécessaire à cette substitution est très importante et posera des problèmes. Enfin, dans peu de temps il faudra tout recommencer pour que le logement soit rénové au niveau BBC, ou devienne un logement à émission nulle comme le projette la révision de la Directive Européenne Bâtiment. Il s'agit donc d'une solution chère et peu efficace.

Comment utiliser efficacement les PAC en substitution de chaudières fioul et gaz ?

Pour que les PAC fonctionnent dans de bonnes conditions il faut réduire la température de l'eau de chauffage des bâtiments existants. Le moyen est très simple et s'inscrit de façon urgente dans la transition énergétique : **il suffit de réduire les besoins du bâtiment en le rénovant, par exemple au niveau BBC**. En maintenant en place les radiateurs existants (qu'il ne faut surtout pas démonter), il sera possible de réduire la température des circuits et de rendre optimal le fonctionnement de la pompe à chaleur qui pourra, par la même occasion, être beaucoup moins puissante et donc beaucoup moins chère. A titre d'exemple, pour un bâtiment fonctionnant avant rénovation avec un régime de température départ/retour de 90/70°C, une rénovation divisant par 5 ses besoins permettrait un régime de température par grands froids de 43/33°C plaçant la PAC dans d'excellentes conditions de fonctionnement.

En conclusion, l'incitation à installer des PAC en substitution de chaudières ne pourra fonctionner qu'à condition d'être obligatoirement accompagnée d'une rénovation des bâtiments au niveau BBC. Ne pas le faire conduirait à une explosion de la pointe électrique en hiver et à un recours massif aux centrales au gaz.

Y a-t-il un type de PAC à éviter ?

Les principes de fonctionnement décrits précédemment incitent à conclure que :

1 – Les PAC air/air sont, hormis sur le bassin méditerranéen, disqualifiées à cause des écarts de températures auxquelles elles conduisent, mais aussi à cause de la très forte

consommation d'électricité des deux ventilateurs associés. Elles ne peuvent de toute façon pas se substituer à une chaudière.

2 – Les PAC air/eau ne nécessitent pas de travaux de captage à l'extérieur (forage, nappe) et peuvent conduire à des performances acceptables à condition que la température de la chaleur fournie ne dépasse pas 40 ou 45°C. Se méfier du bruit de l'unité extérieure.

3 – Les PAC eau/eau sont de très loin celles qui peuvent offrir les meilleures performances conduisant à des COP annuels entre 6 et 7. Mais elles supposent des travaux à l'extérieur (forage géothermique, nappe phréatique, captage rivière) et sont donc un peu plus chères.