

## Les pompes à chaleur et notre environnement

Le bilan est largement positif par le fait que les pompes à chaleur (PAC), en prélevant de l'énergie thermique dans leur proche environnement le refroidissent au lieu de le réchauffer ce qui est favorable pour le climat. Autre point très intéressant : cette énergie thermique prélevée dans l'environnement est largement excédentaire par rapport à l'énergie électrique consommée. Ce prélèvement thermique, qui peut s'effectuer dans la nappe libre en communication avec la rivière, dans l'air ou directement dans la rivière est le plus souvent renouvelable du fait de l'apport d'énergie thermique très important qui nous provient du soleil par rayonnement en raison de la fusion solaire sur cette étoile. On parle à ce sujet [d'interaction nucléaire forte](#). Point aussi très important : la pompe à chaleur à eau sur nappe libre que l'on pourrait nommer PAC aquathermique si ce terme était listé au Larousse participe à l'amélioration de notre environnement par le fait que son bilan CO<sub>2</sub> est excellent. Cela est dû au fait que l'énergie électrique consommée par une pompe à chaleur à compresseur provient pour l'instant en France pour l'essentiel du nucléaire, méthode de production qui génère peu de gaz à effet de serre. Cela dit le bilan serait encore plus favorable si l'énergie électrique utilisée par le compresseur de la pompe à chaleur provenait du solaire. Avec un COP moyen de 4 pouvant être obtenu facilement sur les PAC modernes, le tableau ci-dessous montre que la pompe à chaleur génère environ 10 fois moins de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) que le fioul et 5 fois moins que le gaz naturel (GN).

Énergie	Charbon	Fioul	GN	Électricité	PAC	Bois <sup>1</sup>
Grammes de CO <sub>2</sub> par kWh produit	978	466 <sup>2</sup>	242	180 <sup>3</sup>	180/COP	6 à 14

<sup>1</sup> Seule la combustion du bois peut concurrencer le chauffage thermodynamique en termes d'émission de GES.

Il y a toutefois une réserve en cas d'exploitation abusive et de déforestation (voir page suivante).

<sup>2</sup> Par le fait que la combustion de 1 litre de fioul génère 10 kWh (PCI), il ne faut pas s'étonner que la combustion de ce litre de fioul, qui pèse moins de 1 kg vu sa densité inférieure à 1, génère une quantité de gaz carbonique aussi importante (4,66 kg). Cela est justifié par le fait que de 1 atome de carbone de masse atomique 12 fixe deux atomes d'oxygène de masse atomique 16. Le résultat de cette fusion est donc à minima  $(12+2 \times 16) = 3,66$  fois plus lourd que le carbone. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) l'estime pour le fuel à 670 g de CO<sub>2</sub> par kWh.

<sup>3</sup> Source Ademe et MEDAD. Ce chiffre valable pour la France dépend de la *chaîne énergétique* utilisée pour générer l'électricité. Il diffère dans de grandes proportions selon les pays. Il est probablement faible en Norvège où l'électricité est presque entièrement produite au moyen de l'hydroélectricité (98,5 % en 2006). Il est en revanche important en Pologne où l'électricité est presque entièrement produite par la combustion massive du charbon (88,8 % en 2009) avec en conséquence de fortes émissions de dioxyde de carbone. Il est aussi important aux États-Unis qui produisent autant leur électricité avec les combustibles fossiles gaz et charbon que la France avec le nucléaire. *Le célèbre institut suisse Paul Scherrer* a établi que la production d'électricité à partir du nucléaire génère très peu de gaz carbonique. En décidant d'abandonner la filière nucléaire, au bénéfice du charbon pour produire son électricité pour les décennies à venir, l'Allemagne a considéré que le risque climatique était moindre que le risque nucléaire. Il faut reconnaître que le risque nucléaire, lors de production d'énergie électrique, ne peut être totalement éliminé alors que le risque climatique peut, lui, par contre l'être : il suffit pour cela d'éliminer totalement le CO<sub>2</sub>, on parle de le « réduire ». Mais cela a un coût important qui serait voisin de 80 euros la tonne voire plus. La France va probablement devoir augmenter progressivement la fiscalité sur les produits fossiles pour en tenir compte. La taxe carbone résultant de la combustion du charbon pourrait alors devenir elle aussi très importante puisque la production d'un kWh électrique à partir de cette chaîne énergétique génère près de deux kilos de CO<sub>2</sub>. Le prix de l'électricité obtenu par cette chaîne énergétique pourrait dans ces conditions devenir nettement plus élevé que le prix de revient du kWh électrique d'origine nucléaire. Il est à craindre que l'Allemagne et la Chine ne puisse financer une telle dépense, ce qui pourrait expliquer la raison pour laquelle la Chine vient de financer deux réacteurs EPR de technologie française destinés à la Grande Bretagne avec bien évidemment des contreparties. De son côté l'Allemagne se devrait de mettre au point une technologie conduisant à diminuer le coût de « réduction » du CO<sub>2</sub> si elle veut rester compétitive. Telle pourrait être la nature des discussions qui vont étoffer la COP 21, la France de son côté prendrait-elle petit à petit conscience de l'importance des dépenses à engager pour financer la sécurisation de son nucléaire ? Affaire à suivre.

Malgré les résolutions prises à Paris lors de la COP21, la masse de CO2 produite globalement sur terre par kWh continue d'augmenter légèrement selon [Jean-Marc Landovici](#). Cela signifie que malgré les résolutions prises par les gouvernants de la grande majorité des pays dans le monde homo sapiens continue de privilégier la combustion des produits fossiles pour assurer ses besoins en énergie sur notre planète.

Curieusement, le gaz carbonique provenant de la combustion, gaz par lequel le mal arrive puisqu'il est avec deux ou trois autres gaz la cause du réchauffement climatique, a été utilisé occasionnellement comme fluide caloporteur dans le circuit de pompes à chaleur assurant la rénovation de chaufferies utilisant le chauffage thermodynamique. Et ceci cette fois sans risque pour l'environnement dans la mesure où le circuit est fermé et les [précautions de base](#) relatives à l'étanchéité du circuit hydraulique de la pompe à chaleur respectées. La pression étant *plus élevée* dans le circuit hydraulique fermé de la PAC avec ce fluide caloporteur comparativement aux fluides caloporteurs modernes l'étanchéité est toutefois plus difficile à respecter. Force est de constater que parfaitement intégrée dans son environnement et à l'écosystème constitué par la rivière et son sous-sol, une pompe à chaleur aquathermique produit l'énergie thermique nécessaire à notre confort en améliorant notre pouvoir d'achat. Ceci en accélérant l'abandon des combustibles fossiles au profit d'une énergie thermique propre, renouvelable et gratuite dite « *positive* ». Le temps est maintenant venu pour se chauffer de concentrer notre action à l'amélioration de la conception des composants adaptés au chauffage thermodynamique des immeubles tels qu'un condenseur permettant de récupérer la chaleur de condensation, de valves hydrauliques adaptées à la séparation des circuits chauffage-ECS, et de réfléchir à leur assemblage et insertion dans un système performant utilisant des fluides caloporteurs basse pression plutôt que de tenter d'exploiter le gaz de schiste pour satisfaire le « tout gaz » en détruisant notre environnement.

Les habitants du Mustang, petite région montagneuse et aride du Népal, n'ont ni gaz ni électricité et se chauffent au bois depuis la préhistoire. Ils doivent cette continuité à une démographie incomparablement plus faible que celle de nos métropoles. Même avec ces conditions locales favorables ils doivent prendre garde à la déforestation. Ils ont résolu ce problème en conservant à la combustion du bois son caractère renouvelable avec un élagage qui se fait en conservant soigneusement le tronc principal de l'arbre.



*Concernant la trop lente évolution du chauffage thermodynamique en France et l'électricité nécessaire à son fonctionnement on peut dire que si Einstein était né France et non en Allemagne, il aurait probablement tourné sa phrase différemment. Au lieu de dire : « Il est plus facile de briser un atome qu'un préjugé », il aurait probablement dit : « Il est plus difficile de briser un préjugé qu'un atome ».*