

Avant-propos

Produit de haute technologie, la pompe à chaleur (PAC) est une des lointaines descendantes de la machine à vapeur de Denis Papin, ou encore du réfrigérateur, inventé en 1876. Tous ces appareils fonctionnent en effet selon les principes de la “thermodynamique”, la science de la chaleur, popularisée par la fameuse phrase de Lavoisier : « *Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme* ». Dans un réfrigérateur, la chaleur des aliments est rejetée dans la pièce. Dans une PAC, les calories, puisées dans la terre, l’air ou l’eau, servent à chauffer une habitation ou de l’eau chaude sanitaire.

La thermodynamique fut à l’origine de la révolution industrielle, dont les conséquences sur le climat commencent à devenir palpables. La science a semblé longtemps aveugle à cette évolution. Pourtant, dès l’origine, les pionniers les plus avisés étaient déjà conscients des dangers qu’ils faisaient courir à la planète. Les lois de la thermodynamique permettaient en effet aux “ingénieurs économistes” de l’époque d’appréhender une réalité qui s’est ensuite longtemps perdue dans les sables de l’histoire : la finitude de la Terre. Ils considéraient le charbon qui alimentait les machines à feu comme un stock, qui devait finir, tôt ou tard, par s’épuiser. En visionnaire, Sadi Carnot affirmait même, au milieu du XIXe siècle, que la chaleur transmise au moteur des chaudières et des foyers allait se déverser dans l’atmosphère, et bouleverser la machine climatique !

Deux siècles plus tard, alors que l’urgence d’une croissance vert(ueu)s se fait de plus en plus pressante, les progrès scientifiques et technologiques permettent d’envisager une limitation du réchauffement climatique, notamment grâce aux énergies renouvelables. On ne peut donc que se féliciter de l’engouement sans précédent que connaissent les pompes à chaleur depuis quelques années. Selon l’Association française pour les pompes à chaleur (AFPAC), 152 510 machines ont été commercialisées en 2008 (+119% d’augmentation par rapport à 2007).

Il est vrai qu’acquérir une PAC est plus que tentant. Comment ne pas être impressionné par une machine capable, à partir d’1 kWh d’électricité, d’en produire trois à cinq fois plus sous forme de chaleur ! Pour le béotien, une telle performance confine à la magie. Fasciné, il l’est encore plus quand on lui promet une division par trois ou quatre de sa facture de chauffage et de production d’eau chaude sanitaire. Sans parler du confort exceptionnel que procure, par exemple, une PAC couplée à un plancher chauffant. Le tout, rappelons-le, avec un minimum d’impact sur la planète, les sources de calories étant renouvelables et la production d’électricité en France peu émettrice de gaz à effet de serre.

Idéale, la PAC ? C'est ce que voudraient faire croire certains professionnels peu consciencieux à des consommateurs inquiets de l'évolution des prix de l'énergie, et qu'ils pressent de signer un devis trop souvent concocté à la hâte. Cependant, la hauteur de l'investissement (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'euros) demande une réflexion poussée afin éviter les déconvenues : installations inadaptées, retour sur investissement plus long que prévu, forages inutiles, bruits intempestifs, courants d'air désagréables...

Un conseil : prenez votre temps ! Une PAC est en effet une installation complexe, très différente d'un chauffage central traditionnel. À la lecture des *Pompes à chaleur pour la maison individuelle*, vous découvrirez dans le détail les nombreux paramètres à prendre en compte. Vous pourrez alors faire un choix éclairé, le plus adapté à vos besoins.

Bonne lecture !

Alain Liébard

Président d'Observ'ER

Table des matières

1. Chaleur ambiante.....	12
1.1 Importance de la chaleur ambiante	13
1.2 Coût de la chaleur ambiante	19
1.3 Utilisation de la chaleur ambiante pour le chauffage	22
2. Le fonctionnement d'une pompe à chaleur	27
2.1 Principe de la pompe à chaleur	28
2.2 Exploitation de la source froide	28
2.3 Absorption de la chaleur par le caloporteur	30
2.4 Le fonctionnement d'une pompe à chaleur	31
2.5 L'utilisation des PAC hors chauffage	39
2.6 Chauffage central avec pompe à chaleur	41
2.7 Climatisation avec pompe à chaleur	43
2.8 Exploitation de la chaleur	45
2.9 La puissance des pompes à chaleur	46
2.10 Combinaison avec d'autres dispositifs de chauffage	51
3. Pompe à chaleur et ventilation	57
3.1 Importance de la ventilation	58
3.2 Fonctionnement d'une VMC double flux	60
3.3 Installer une VMC double flux	64
3.4 Préchauffer l'air neuf	66
3.5 Récupérer la chaleur de l'air vicié	70
4. Pompes à chaleur aérothermiques	73
4.1 Chauffer avec l'air extérieur	74
4.2 Les pompes à chaleur intérieures	80
4.3 Les pompes à chaleur extérieures	82
4.4 Les pompes à chaleur "split"	83
5. Les pompes à chaleur géothermiques	86
5.1 L'exploitation de la chaleur du sol	87
5.2 Les différents types de capteurs enterrés	89
5.3 Le réseau d'eau glycolée	92
5.4 Les capteurs plans	96
5.5 Les sondes géothermiques	99
5.6 Les autres modèles	103
5.7 Les pompes à chaleur sur nappe d'eau	105

5.8	L'assurance de qualité	109
5.9	Les puits de captage sur nappe phréatique	110
5.10	L'installation d'une pompe à chaleur sur nappe phréatique ...	111
6.	Les installations d'exploitation de chaleur	114
6.1	La restitution des calories	115
6.2	Les émetteurs de chaleur	115
6.3	Déperditions thermiques et besoins calorifiques	124
6.4	Stockage et mise à disposition de la chaleur	128
6.5	Chauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS)	131
6.6	Pompe à chaleur et ballon tampon	133
6.7	Régulation de la température ambiante	136
7.	Les chauffe-eau thermodynamiques	137
7.1	Le chauffage de l'eau chaude sanitaire	138
7.2	L'installation d'un chauffe-eau thermodynamique	140
7.3	Les particularités des chauffe-eau thermodynamiques	142
8.	Conception, installation et entretien	147
8.1	Conception d'une installation de pompe à chaleur	148
8.2	Installation d'une pompe à chaleur	150
8.3	Entretien des pompes à chaleur	153
8.4	Mise en service d'une installation	156
9.	Les pompes à chaleur et la modernisation du chauffage	158
9.1	Les pompes à chaleur dans un édifice existant	159
10.	Rentabilité, aides et labels de qualité	164
10.1	La rentabilité des pompes à chaleur	165
10.2	Aides et crédit d'impôt	170
11.	Annexes	172
11.1	Glossaire PAC	175
11.2	Bonnes adresses	181
11.3	Bibliographie	182
11.4	Remerciements	182
11.5	Instruction fiscale	183
11.6	Index	204
11.7	Légende des schémas	208