

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 68 (1977)

Heft: 4

Artikel: L'utilisation de la Pompe à Chaleur Air-Air pour le Chauffage de Locaux d'Habitation en France

Autor: Fontana, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-914992>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

MW de puissance électrique) étaient plus particulièrement adaptées à des processus industriels et au chauffage des bâtiments publics de grandes dimensions: EPFZ 960 kW, EPFL 85 kW de puissance électrique.

L'industrie suisse a développé, à cette époque, des installations parfaitement adaptées mais peu compétitives, étant donné les investissements initiaux et les frais d'entretien élevés nécessaires en regard du prix relativement bas des combustibles classiques de chauffage [6; 7].

La crise d'approvisionnement en énergie de 1973, a remis à jour l'étude de l'intérêt du chauffage par pompes à chaleur en Suisse sur la base d'agréats modulaires ayant été développés au cours de la décennie précédente dans divers pays industrialisés [5].

3. Solutions actuelles de pompes à chaleur

Les méthodes de production en grande série ont facilité l'élaboration d'agréats modulaires compacts. Toutefois, il faut signaler que pour obtenir une bonne fiabilité, il est indispensable de poursuivre l'étude de matériaux économiques supportant les sollicitations mécaniques, thermiques et de l'environnement sur la durée de vie prévue de l'installation.

L'existence de divers types de pompes à chaleur modulaires sur le marché (tableau I) nécessite de faire un choix en fonction de critères techniques, économiques, écologiques, etc. (tableaux II et III).

En Suisse, des difficultés surgissent concernant l'implantation et l'alimentation d'échangeurs extérieurs en rivières, lacs ou nappes d'eau souterraines [8]. Ces inconvénients ne plaident pas en faveur de cette solution malgré les avantages qu'elle présente sur le plan de la stabilité de température, donc du coefficient de performance. Des études à ce sujet sont en cours.

Quant aux échangeurs situés dans la terre, les surfaces importantes d'échanges devant être mises en jeu en liaison avec la mauvaise conductibilité thermique du milieu et les risques de congélation, ils ne peuvent être envisagés qu'en parallèle

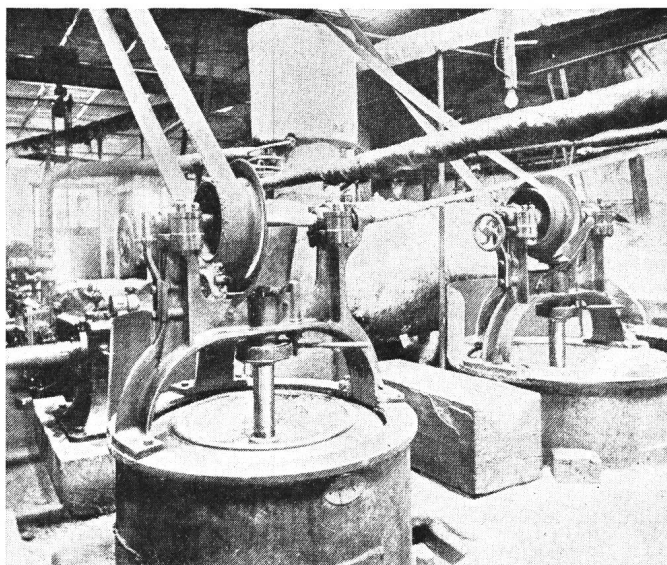


Fig. 3 Essoreuse et appareil Piccard à sel fin
Salines de Bex, usine de Bévieux 1878

avec un appoint solaire. Par contre, les pompes à chaleur modulaires à échangeur extérieur à air, avec échangeur intérieur alimentant des gaines de climatisation à air chaud pulsé ou des radiateurs à eau chaude classiques, paraissent les mieux appropriées pour le chauffage individuel, collectif, ainsi que dans le tertiaire.

Dans les bâtiments ventilés artificiellement, la pompe à chaleur peut fonctionner sur tout ou partie de l'air repris dans les locaux. Toutefois, dans l'état actuel de la conception du chauffage en Suisse, l'utilisation d'air chaud, si elle présente le meilleur rendement énergétique, ne rencontre pas l'unanimité auprès des utilisateurs [5].

Adresse de l'auteur

Michel Aguet, ing. dipl. EPFL-SIA, Chaire d'Installations Electriques EPFL, 16, chemin de Bellerive, 1007 Lausanne.

L'utilisation de la Pompe à Chaleur Air-Air pour le Chauffage de Locaux d'Habitation en France

Par R. Fontana

1. Introduction

Depuis trois années, on assiste en France à un développement intéressant de l'utilisation de la pompe à chaleur pour le chauffage des locaux. Ce procédé représente encore une part de marché très faible; il y avait fin 1976 en France environ 3500 pompes à chaleur air-air en fonctionnement. Mais il ne faut pas oublier qu'il y a seulement 5 ans, une pompe à chaleur était chose rarissime et d'intérêt académique. Le but de cet article est de décrire et chiffrer les principaux paramètres de l'utilisation des pompes à chaleur air-air pour le chauffage des maisons individuelles, et de les comparer avec un chauffage traditionnel au fuel. Les solutions et les chiffres présentés sous la forme d'un exemple d'une maison individuelle sont basés sur un nombre important d'installations réalisées en France et sont également valables pour le petit collectif et le petit tertiaire.

2. La pompe à chaleur

Une pompe à chaleur air-air prend l'énergie thermique dans l'air extérieur au moyen d'un échangeur de chaleur, et la transfère à l'intérieur du local par l'intermédiaire d'un second échangeur compensant ainsi les déperditions calorifiques. Cette énergie est distribuée dans le local par de l'air chaud. L'intérêt de cet appareil sur le plan des économies d'énergie réside dans le fait que pour fournir, par exemple, 10 kW de chaleur au local à chauffer, il est nécessaire de fournir à la pompe à chaleur 4 kW d'énergie électrique, les 6 kW restant étant pris sur l'air extérieur.

La pompe à chaleur utilisée dans notre exemple est un appareil monobloc (fig. 1) dont les caractéristiques principales sont les suivantes:

621.365 : 621.577

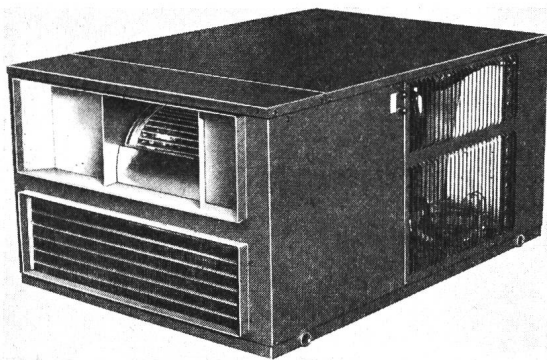


Fig. 1 Pompe à chaleur air-air type monobloc

débit d'air brassé par le ventilateur intérieur	1 700 m ³ /h
débit d'air brassé par le ventilateur extérieur	3 400 m ³ /h
longueur × largeur × hauteur	1100 × 800 × 640 mm
poids	145 kg
puissance calorifique de la pompe à chaleur, à 7 °C extérieur et 21 °C intérieur	9 200 W
puissance électrique consommée, à 7 °C ext. et 21 °C int.	4 000 W
puissance des résistances d'appoint	7 500 W
puissance électrique appelée maximale ¹⁾	10 500 W

La pompe comprend une régulation, un thermostat, et un dispositif de filtration de l'air.

3. Description du local à chauffer

La maison choisie comme exemple est une villa de 130 m² (325 m³) de surface habitable. Le sous-sol, non chauffé, abrite une cave et un garage dans lequel est installée la pompe à chaleur. La villa est bien isolée et les déperditions calorifiques sont de 1,50 W/m³ °C, apport d'air neuf de 0,8 volume/h²⁾, soit 260 m³/h, par la pompe à chaleur compris.

La fig. 2 montre schématiquement le principe et la distribution de l'air dans les pièces de séjour. Le réseau de gaines de distribution est implanté en sous-sol avec soufflage vertical par le sol. Le retour de l'air se fait par l'intermédiaire d'un faux plafond de 15 cm de profondeur dans le couloir. Les six pièces de séjour sont maintenues en légère surpression par rapport au reste de la maison grâce à l'insufflation d'air neuf qui s'évacue par la cuisine, les salles d'eau et le W.C., évitant la transmission des odeurs et assurant à ces pièces une ventilation suffisante.

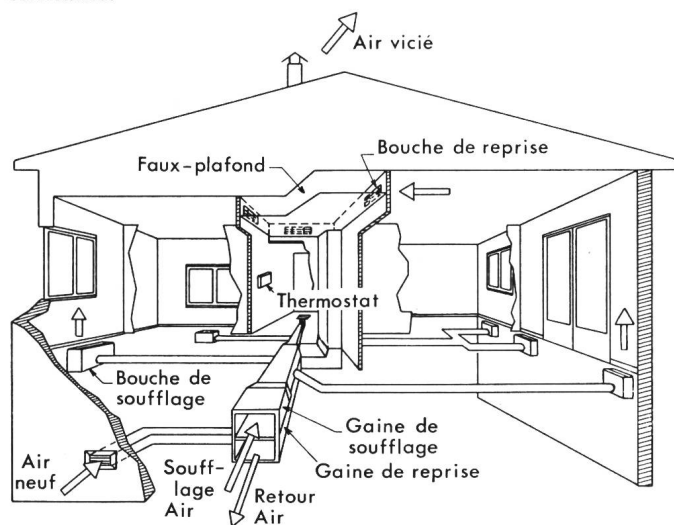


Fig. 2 Principe de la distribution d'air pour le chauffage avec pompe à chaleur air-air

4. Sélection de la pompe à chaleur

La villa présente le bilan thermique suivant:

température intérieure à maintenir	21 °C
température extérieure de non chauffage	18 °C
température extérieure moyenne minimale ³⁾	-8 °C
Δt de base	26 °C
déperditions	1,50 W/m ³ °C
volume chauffé	325 m ³
déperditions maximales à -8 °C extérieur	12 800 W
	(11 000 kcal/h)

La fig. 3 montre la superposition de la droite des déperditions du logement et de la courbe de puissance calorifique de la pompe à chaleur. A l'intersection de ces deux courbes (point d'équilibre, +2 °C), la puissance de la pompe à chaleur compense exactement les déperditions du local. Pour des températures extérieures inférieures, une résistance électrique d'appoint située dans la pompe à chaleur est nécessaire comme complément de puissance. Pour des températures supérieures au point d'équilibre, la pompe à chaleur fonctionne de façon intermittente. La résistance électrique d'appoint nécessaire dans le cas présent est de 7,5 kW (régulation en étages) à -8 °C.

Le calcul de la consommation énergétique annuelle moyenne est détaillé par le tableau I. Les données de base nécessaires sont les déperditions thermiques du bâtiment, le nombre des heures de chauffage à températures classées ainsi que les courbes de la fig. 3. Les colonnes de A à J concernent le calcul de la puissance électrique annuelle consommée par la pompe à chaleur, résistances d'appoint incluses, et la colonne K (= C × G) un calcul similaire pour un chauffage électrique 100 % par résistances permettant de comparer l'économie d'énergie électrique réalisée grâce à la pompe à chaleur. L'exemple choisi conduit à un coefficient de performance saisonnier moyen de l'installation pompe à chaleur de 2,03.

5. Coût d'une installation de chauffage

La fig. 2 montre qu'une installation soignée de type *pompe à chaleur air-air* comprend les éléments de coût suivants:

- le réseau de gaines et le faux plafond de reprise
- les bouches de soufflage et de reprise
- la pompe à chaleur avec sa régulation
- la ventilation naturelle pour les pièces concernées
- un petit convecteur électrique pour la salle de bains (évent.)
- un thermostat d'ambiance
- l'alimentation électrique
- la pose des différents éléments
- le réglage et la mise en route de l'installation

L'expérience de nombreuses installations indique que pour un système de qualité, donnant un degré de confort supérieur à une installation fuel, le prix «client» se situe dans une fourchette de 200...260 FF/m² ⁴⁾. La dispersion est due principalement à trois facteurs: la qualité de l'installation, l'architecture du bâtiment rendant plus ou moins facile la mise en place du réseau de gaines, et les conditions climatiques qui influent sur la puissance de la pompe à chaleur.

Dans le cas pris comme exemple, qui est celui d'une installation soignée, avec une configuration architecturale relativement favorable, et pour les conditions climatiques de la

¹⁾ A -10 °C extérieur et 21 °C intérieur, la pompe seule consomme 3000 W et fournit 5200 W.

²⁾ Prescrit par la réglementation française.

³⁾ La maison est située dans la région de Lyon.

⁴⁾ Tous les coûts présentés sont des coûts en francs français 1976, taxes comprises, rapportés aux surfaces projetées chauffées.

			Pompe à chaleur seule					Chauffage électrique d'appoint		Chauffage 100 % électr.
Température extérieure °C	Différence de température extérieure avec 18 °C	Dépense en kW (prop. ΔT)	Puissance calorifique fournie par la pompe en kW	% de temps de marche de la pompe	Puissance absorbée par la pompe en kW	Nombre d'heures de chauffage	Energie électrique consommée par la pompe en kWh	Puissance consommée par les résistances en kW	Energie consommée par les résistances en kWh	Energie totale consommée en chauffage électrique 100 % résistances en kWh
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
16	2	0.98	11.28	8,7	4.44	252	97			250
14	4	1.97	10.81	18,2	4.38	468	130			920
12	6	2.95	10.35	28,6	4.32	660	810			1 950
10	8	3.93	9.88	39,7	4.18	720	1 195			2 830
8	10	4.92	9.42	52,2	4.09	708	1 510			3 480
6	12	5.90	8.95	66,0	3.98	672	1 760			3 970
4	14	6.89	8.43	81,7	3.87	624	1 970			4 300
2	16	7.87	7.91	100	3.75	492	1 840			3 870
0	18	8.85	7.38	100	3.64	372	1 350	1.47	547	3 290
-2	20	9.84	6.92	100	3.55	204	724	2.92	596	2 010
-4	22	10.82	6.45	100	3.48	108	375	4.36	471	1 170
-6	24	11.80	5.93	100	3.37	84	283	5.87	493	990
-8	26	12.79	5.41	100	3.25	36	108	7.38	266	460
							12 152	Totaux	2 373	29 490
M	Energie totale consommée par la pompe à chaleur et les résistances en kWh					14 525				
P	Energie totale consommée en chauffage électrique 100 % en kWh					29 490				
CPS	Coefficient de performance saisonnier P/M					2.03				

ville de Lyon donc voisines de celles du plateau Suisse, le chiffre de 230 FF/m² constitue une moyenne vérifiée par l'expérience. Ceci représente pour notre villa un investissement de 30000 FF.

Il est intéressant de comparer ces chiffres avec le coût moyen d'une installation *fuel* pour la même maison, qui comprendra les éléments suivants :

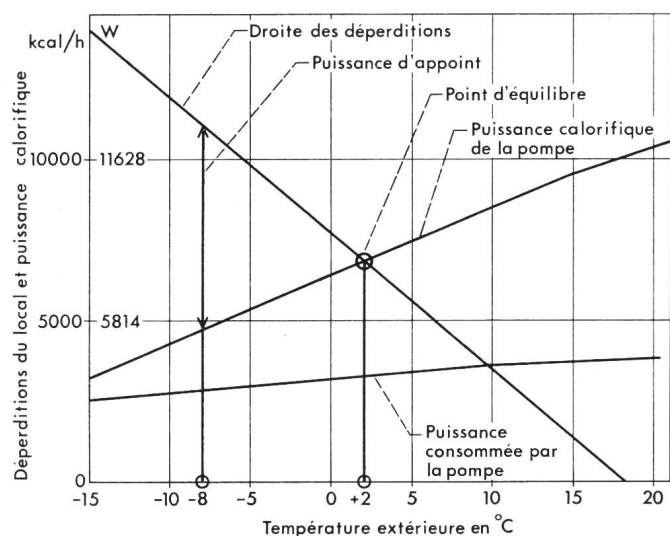


Fig. 3 Répartition des puissances en fonction de la température extérieure

une chaudière

11 radiateurs avec tuyauterie (calorifugée en sous-sol) et régulation terminale

une cuve double paroi de 4000 litres, enterrée

la ventilation naturelle des pièces d'eau, W.C. et cuisine, et apport d'air neuf dans les pièces de séjour par ventilation mécanique²⁾

la cheminée

la régulation (sondes, horloge)

les branchements électriques

la pose des différents éléments

le réglage et la mise en route de l'installation

La fourchette des prix «client» pour de telles installations est de 180...230 FF/m². On constate en règle générale, que pour des installations soignées et des bâtiments bien isolés, l'investissement pompe à chaleur est de 10 à 15 % plus élevé que l'investissement *fuel*. En prenant 12,5 % dans l'exemple en discussion, on obtient un investissement *fuel* de 26200 FF.

6. Frais d'exploitation

Pour le système *pompe à chaleur*, il faut compte avec les consommations et coûts suivants :

consommation d'énergie	14 525 kWh
électricité de nuit (60 %)	8 715 kWh
électricité de jour (40 %)	5 810 kWh
coût électricité de nuit	$8\,715 \times 0,125 = 1\,089$ FF/an
coût électricité de jour	$5\,810 \times 0,213 = 1\,238$ FF/an
supplément de redevance fixe	900 FF/an
entretien et renouvellement	700 FF/an
Total	3 927 FF/an

Les frais d'exploitation du système *fuel* comprennent :

consommation d'énergie	29 490 kWh thermique
fuel consommé	4 994 litres ⁵⁾
coût du fuel	$4\,994 \times 0,70 = 3\,496$ FF/an
coût de l'électricité	200 FF/an
entretien et renouvellement	700 FF/an
Total	4 406 FF/an

7. Coût global actualisé

Le coût global d'une installation comprend les investissements, le coût du combustible et l'entretien et le renouvellement nécessaires pour conserver l'état d'usage normal pendant 15 ans. L'hypothèse raisonnable d'une valeur résiduelle identique au bout de 15 ans nous permet d'omettre ce terme de l'étude économique.

En «actualisant» ces coûts, étalés sur 15 ans, on recherche la *valeur actuelle* des dépenses futures en tenant compte simultanément de la variation des prix et des revenus. Les deux options peuvent ainsi être comparées objectivement. Pour l'exemple de la villa, on peut se baser sur les éléments suivants :

	Pompe	Fuel
Investissement (FF)	30 000	26 200
Consommation fuel (FF/an)	—	3 496
Consommation électricité (FF/an)	3 227	200
Entretien et renouvellement (FF/an)	700	700
Taux d'actualisation	0,08	0,08
Taux de hausse annuel ⁶⁾		
du fuel	—	0,10
du kWh	0,08	0,08
de l'entretien et renouvellement	0,06	0,06

On obtient alors le coût global actualisé pour une période de 15 ans :

Investissement	30 000	26 200
Consommation de fuel	—	60 921
Consommation d'électricité	48 405	3 000
Entretien et renouvellement	9 070	9 070
Valeur actuelle FF	87 475	99 191

Un calcul similaire montre que 5 ans sont nécessaires pour récupérer le sur-investissement de l'installation pompe à chaleur.

Il faut noter l'importance des éléments «consommation» dans les valeurs actualisées. L'évolution du prix du fuel et du kWh joue donc un rôle prépondérant dans ces calculs.

8. Conclusions et perspectives

8.1 Les avantages du chauffage par pompe à chaleur air-air

L'analyse précédente permet de déduire les raisons principales de l'intérêt d'utiliser la pompe à chaleur air-air pour le chauffage des locaux d'habitation.

Economiques, elles sont au nombre de trois :

- Actualisé sur 15 ans, le chauffage pompe à chaleur n'est pas plus cher qu'un chauffage fuel. Il suffit de quelques années pour amortir le sur-investissement.
- La pompe à chaleur s'intègre parfaitement dans le cadre d'une politique visant à une substitution, partielle et à long terme, du fuel pour le chauffage.
- Le chauffage pompe à chaleur économise l'énergie électrique par rapport au chauffage électrique par résistances.

⁵⁾ Avec un rendement moyen de la chaudière de 60%. Ce qui est optimiste pour les chaudières de cette taille.

⁶⁾ Nous faisons l'hypothèse d'une dérive de 2% entre le coût du fuel et du kWh, favorable au kWh.

Confort. Les facteurs principaux qui en font un système représentant un progrès sur le plan du confort sont les suivants :

- Il permet, sans équipements complémentaires, un apport contrôlé d'air neuf dans les locaux.
- Le brassage de l'air assure une répartition des chaleurs gratuites qui peuvent être gênantes dans les locaux bien isolés du fait qu'elles sont soudaines et locales, ainsi qu'une bonne uniformisation des températures.
- La faible inertie du système permet une mise en température rapide des locaux.
- L'utilisation des pompes à chaleur réversibles permet, avec le même appareil, le rafraîchissement en été.

Ecologique :

- La pompe à chaleur air-air est une machine non polluante.
- De plus elle utilise une énergie propre, l'électricité.

8.2 Les problèmes

La diffusion de nouvelles techniques requiert du temps : le fabricant, l'utilisateur, le concepteur et l'installateur doivent s'en occuper et s'organiser en conséquence.

Un chauffage pompe à chaleur donne satisfaction lorsque l'installation est convenablement conçue et réalisée. Or, il y a encore un nombre limité d'entreprises ayant la technicité nécessaire. Peu de constructeurs et d'installateurs ont un service après-vente suffisamment étoffé pour les dépannages rapides.

L'utilisateur doit également apprendre à se servir au mieux de son installation. Son éducation est un facteur sur le bon fonctionnement : nettoyer périodiquement les filtres à air (à la place du coûteux ramonage de la cheminée), ne pas jouer avec le réseau de distribution de l'air, etc.

8.3 La puissance appelée

Un chauffage par pompe à chaleur augmente la puissance appelée instantanée de la maison. Dans l'exemple décrit, cette augmentation pourra atteindre, par -8°C extérieur, un maximum de 10,5 kW, dont 7,5 kW par les résistances d'appoint. Il est donc important d'estimer l'impact de ces appels sur le réseau, qui ont lieu lors des températures extérieures les plus basses et pendant les périodes sans apports de chaleur gratuite qui viendraient en déduction de la puissance de chauffage requise (ensoleillement, éclairage, utilisation des appareils électro-ménagers). L'appel des résistances d'appoint est donc plus faible pendant la journée et en particulier entre 11 heures et 14 heures qui sont les heures de charge maximale du réseau. C'est pendant les nuits froides que les résistances d'appoint sont utilisées, lorsque la charge du réseau est la plus légère.

On peut en conclure que s'il y a un problème de puissance installée nécessitant une réflexion dans le cas de la diffusion en masse d'un tel procédé, la courbe journalière des puissances appelées par la pompe à chaleur a une allure favorable lorsqu'on la superpose à celle du réseau.

8.4 Perspectives d'avenir

L'analyse économique précédente est basée sur les coûts d'aujourd'hui. Il est essentiel d'examiner leurs perspectives d'évolution à long terme, toutes favorables à la pompe à chaleur.

On installe aujourd'hui, en France, environ une pompe à chaleur pour 200 chaudières fuel. Il est certain que le coût des installations pompe à chaleur baissera en fonction des quantités

de pompes fabriquées, et il ne sera pas nécessaire d'atteindre les cadences de production des chaudières pour atteindre le niveau du coût d'une installation fuel⁷⁾.

Au point de vue économies d'énergie, des progrès importants sont possibles, et on peut dès aujourd'hui entrevoir une amélioration des matériels résultant dans une augmentation substantielle du coefficient de performance, donc de l'économie d'énergie.

Le développement de l'électricité nucléaire et les impératifs politico-économiques liés aux importations de pétrole permettent de prévoir une augmentation plus rapide du tarif des combustibles fossiles que du tarif du kWh pour l'utilisateur.

⁷⁾ Le coût installé d'un chauffage par pompe à chaleur air-air aux USA, où ce procédé est répandu, se situe environ à la moitié des chiffres cités plus haut.

Une Pompe à Chaleur Air-Eau

Par R. Clément

1. Introduction

Le chauffage des locaux par l'électricité constitue une solution efficace de substitution du mazout. Pour obtenir une modification sensible du bilan énergétique et du fait du sérieux ralentissement de la construction dans le secteur des logements, il faut que le chauffage électrique s'introduise aussi dans les locaux existants. Dans ce cas, la pompe à chaleur est un moyen de chauffage intéressant. Grâce à un coefficient de performance élevé, elle permet de pallier un certain manque d'isolation tout en assurant une consommation d'énergie raisonnable. Les locaux existants étant en général chauffés par un système à circulation d'eau chaude, le choix d'une pompe à chaleur air-eau ou eau-eau s'impose [9]¹⁾. Une telle pompe à chaleur se raccorde directement sur le circuit hydraulique de chauffage.

Du fait que, suivant le taux d'humidité de l'air extérieur, les échangeurs de l'évaporateur des pompes à chaleur travaillant sur l'air extérieur se couvrent de givre aux environs de 0 °C, et que le rendement des pompes à chaleur diminue fortement pour les basses températures extérieures, le système de chauffage existant, en général une chaudière à mazout, est remis en service à partir d'environ 0 °C et pour les températures plus basses.

Ce mode de chauffage dit bivalent doit permettre une utilisation optimale de chaque moyen de chauffage. Dans les conditions climatiques du plateau Suisse, la pompe à chaleur peut couvrir entre 60 et 70 % des besoins calorifiques des locaux dans le cas d'un chauffage bivalent *alternatif*. Au cas d'un chauffage bivalent *parallèle*, où la pompe à chaleur et le chauffage à mazout fonctionnent simultanément aux basses températures, la pompe à chaleur peut couvrir jusqu'à 95 % des besoins calorifiques.

2. Installation et mesures

Afin d'étudier le chauffage d'une maison existante par pompe à chaleur, les Entreprises Electriques Fribourgeoises ont raccordé une pompe à chaleur air-eau sur le circuit de chauffage existant. La maison choisie se trouve près de Fri-

¹⁾ Voir la bibliographie à la page 190.

8.5 Conclusion

La pompe à chaleur air-air présente un intérêt évident pour les locaux qui nécessitent un rafraîchissement l'été et du chauffage l'hiver (bureaux, magasins, salles de spectacles, etc.), car le même investissement permet la production de froid et de chaud. Mais c'est surtout aujourd'hui un système de chauffage compétitif pour l'habitat et le tertiaire, dont la technologie et les résultats satisfaisants ont été confirmés par une expérience substantielle en France, et bien sûr aux USA où il existe plusieurs centaines de milliers d'installations en fonctionnement depuis de nombreuses années. La pompe à chaleur air-air semble donc être appelée à un avenir prometteur.

Adresse de l'auteur

Robert Fontana, dipl. ing. EPFZ, M. Sc., M. E., Directeur Technique and Marketing, Division Climatisation, Société Générale de Fonderie, 70, rue Saint-Didier, Paris, 75116.

621.577

bourg et a une surface chauffée de 150 m² et un volume chauffé de 375 m³. La pompe à chaleur air-eau travaillant sur l'air extérieur est installée suivant le schéma de la fig. 1. L'évaporateur est placé à l'extérieur (fig. 2), le condenseur et le compresseur dans la chaufferie. Les caractéristiques techniques de la pompe à chaleur sont:

- puissance moyenne du compresseur: 7 kW
- température max. de sortie de l'eau: 55 °C
- puissance du ventilateur de l'évaporateur: 0,75 kW
- débit d'air de l'évaporateur: 3000 m³/h.

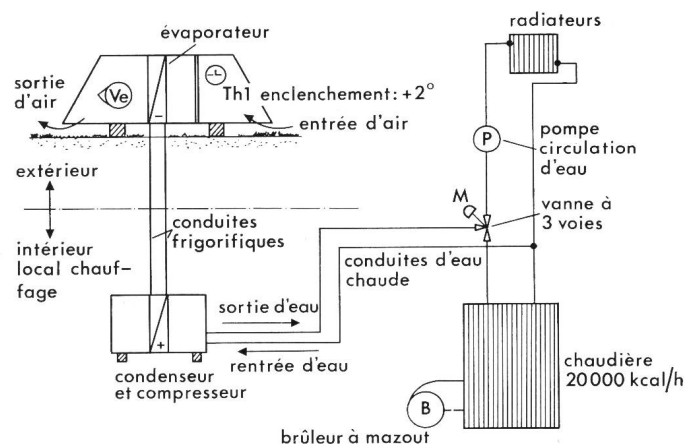


Fig. 1 Pompe à chaleur air-eau associée avec installation existante au mazout



Fig. 2 Evaporateur de la pompe à chaleur air-eau des EEF