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: 72 (1981)

Heft: 24

Artikel: Expérience et bilan dans le domaine des pompes à chaleur (PAC)

Autor: Bovet, J.-M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905185

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

Expériences et bilan dans le domaine des pompes à chaleur (PAC)

Par J.-M. Bovet

Der Bericht gibt Auskunft über die Untersuchungen der Installationsabteilung der Freiburgischen Elektrizitätswerke in bezug auf die Eingliederung von Wärmepumpen in das Versorgungsnetz.

Le but de cet exposé est d'apporter certaines informations sur la manière dont le service d'installations intérieures des Entreprises électriques fribourgeoises (EEF) a résolu les problèmes liés aux pompes à chaleur.

1. Représentation graphique et terminologie

Pour une bonne compréhension des différents systèmes de fonctionnement et la répartition des énergies, on a adopté la présentation selon les figures 1 et 2.

La terminologie qui vient d'être harmonisée et adoptée dernièrement par six grandes entreprises distributrices de la Suisse romande a été publiée dans le Bulletin ASE/UCS 20/1981.

2. Calculs des consommations

La méthode de calcul des consommations utilisant les degrés-jours n'est pas universelle. Elle n'est applicable que dans les conditions suivantes:

– la PAC assure à elle seule la totalité des besoins de chauffage,

– le coefficient de performance de la PAC est constant tout au long de l'année.

On voit donc, de ce fait, que l'utilisation de la méthode des degrés jours est strictement limitée, il est très rare en effet que le COP soit invariable avec la température extérieure.

Pour certains cas particuliers de pompe à chaleur eau/eau, eau/air, on note une très faible variation du COP en fonction de la température extérieure – moins de 10%. Dans ce cas seulement, on pourra utiliser cette méthode simplifiée du calcul des consommations.

La méthode des fréquences cumulées des températures extérieures quant à elle est applicable dans tous les cas.

Pour pouvoir l'utiliser, il convient de connaître:

– les déperditions du bâtiment à la température minimale de calcul

– les caractéristiques de la PAC choisie

– les fréquences cumulées de température extérieure du site

– la nature du chauffage éventuel d'appoint ou de relève.

On peut relever également que la consommation des auxiliaires – non négligeable – doit être prise en considération dans le bilan global des énergies.

Le calcul des énergies produites et consommées exécuté manuellement demande beaucoup de temps. C'est pourquoi ce travail est maintenant effectué aux EEF à l'aide d'un petit ordinateur technico-scientifique, dont l'imprimante exécute également les diagrammes.

Les figures 3a à 3c illustrent cette façon de procéder.

3. Sélection des pompes à chaleur

Le nombre de marques de PAC actuellement sur le marché est important et il est souvent très difficile de pouvoir comparer les diverses machines.

Dans le but de donner une certaine transparence au marché, nous avons demandé à plusieurs fournisseurs de nous com-

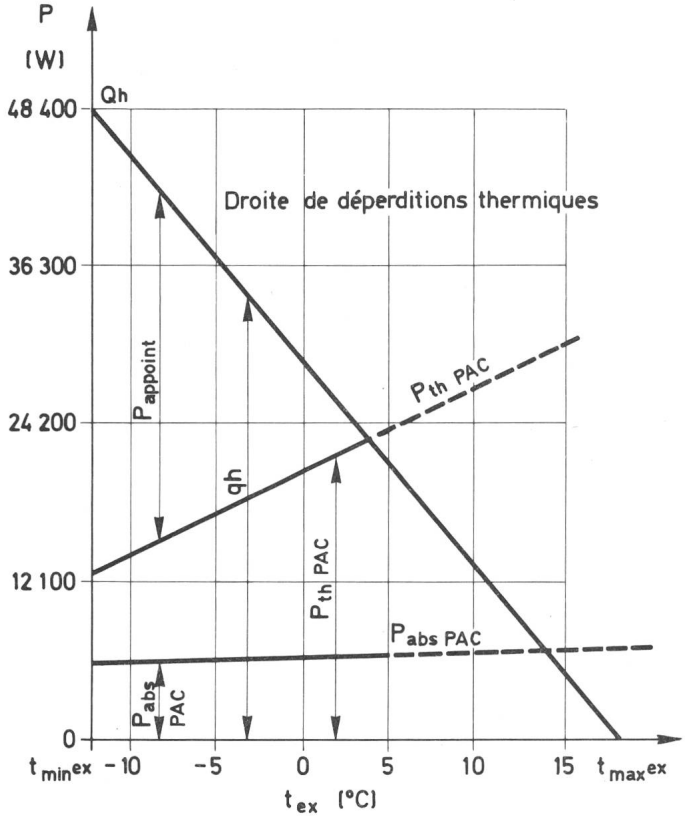


Fig. 1 Diagramme des puissances

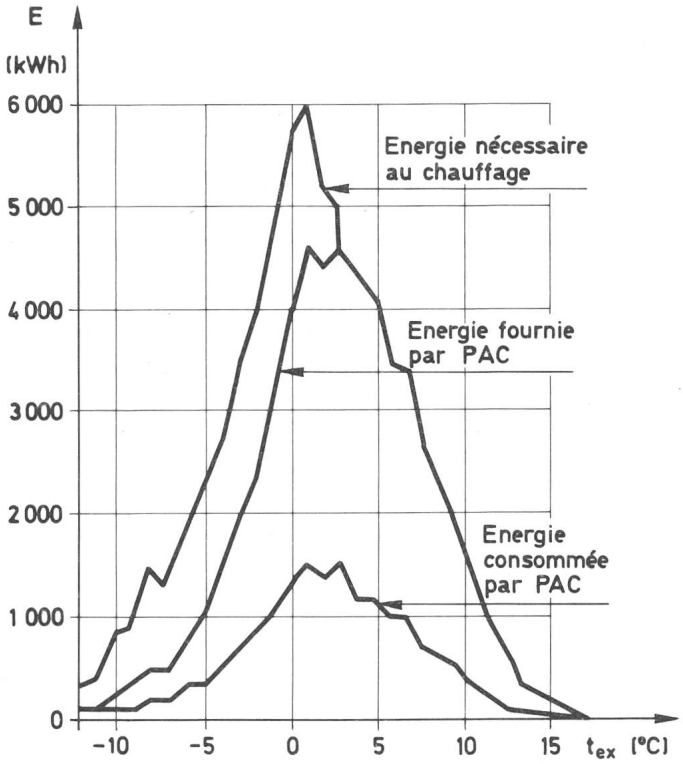


Fig. 2 Diagramme des énergies

CALCULS ET GRAPHIQUES POUR POMPES A CHALEUR

CLIENT :

POMPE : Air-eau

(1)	QH	= 24000.00
(2)	PF2	= 18900.00
(3)	PFM15	= 11400.00
(4)	PF%2	= 11800.00
(5)	PF%15	= 15700.00
(6)	PA2	= 7800.00
(7)	PAM15	= 5400.00
(8)	PA%2	= 4700.00
(9)	PA%15	= 5000.00
(10)	PAUX	= 160.00
(11)	TA	= -5.00
(12)	I	= 0.55
(13)	ETA2	= 0.80

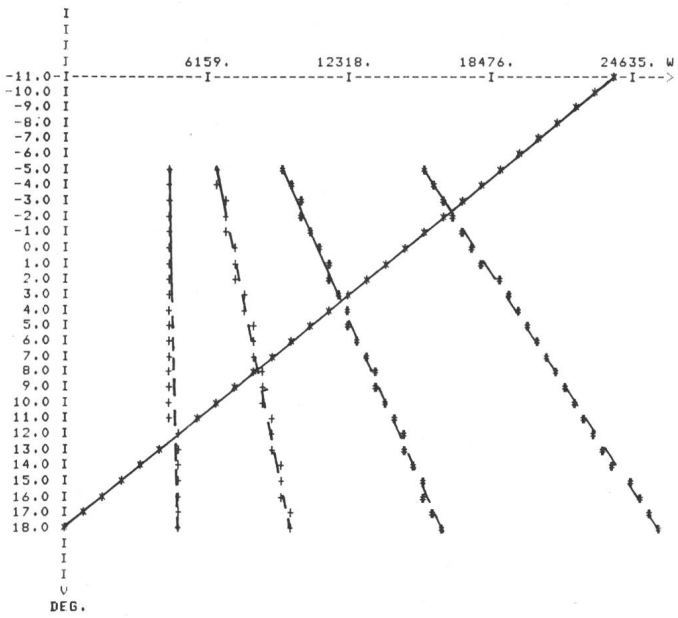
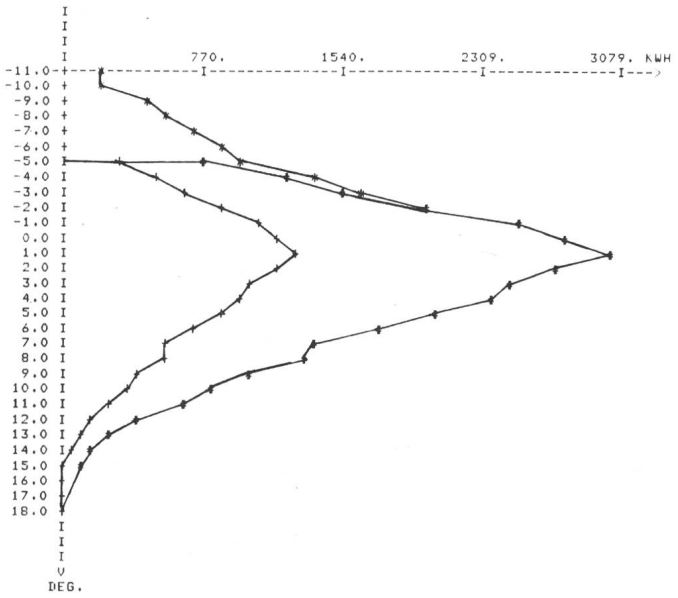


Fig. 3a Détermination des puissances



TOTAL DES ENERGIES CONSOMMEES ET FOURNIES EN UN AN

ENERGIE TOTALE DE CHAUFFAGE	=	35609.	KWH
ENERGIE FOURNIE PAR PAC	=	32049.	KWH
ENERGIE FOURNIE PAR APPOINT	=	3560.	KWH
ENERGIE CONSOM. PAR APPOINT	=	4450.	KWH
ENERGIE CONSOMMEE PAR PAC	=	13731.	KWH
ENERGIE CONSOMMEE PAR AUX.	=	941.	KWH
COP DE LA PAC	=	2.33	
COP INSTALLATION + AUX.	=	1.86	

DATE : 15-SEP-81 HEURE : 13:21:31

OPERATEUR :

Fig. 3b Détermination des énergies

muniquer les caractéristiques de leur produit sur des bases identiques (normes DIN 8900). Une comparaison «Prix-performances» – effectuée sur notre ordinateur – devient alors possible.

D'autres éléments entrent encore en considération lors du choix, notamment:

- le système de dégivrage
- le genre de fréon utilisé dans le circuit frigorifique – un taux de compression plus ou moins élevé jouent un rôle important pour la durée de vie du compresseur
- la durée de la garantie
- la facilité d'intégration
- etc.

Une comparaison du bilan d'exploitation d'une installation avec PAC avec une solution traditionnelle au mazout est très utile et intéressante pour guider le client dans son choix. Un exemple est donné dans le tableau I et dans la figure 3c.

4. Etendue des prestations

Une installation avec pompe à chaleur requiert de la part du projeteur une attention particulière sur son raccordement à la partie hydraulique du chauffage. Dans le cas de système biénergie notamment avec relève par le mazout, on accordera une grande attention aux problèmes liés au dimensionnement de l'installation existante, plus particulièrement aux températures de départ et de retour de l'eau de chauffage. Le projet ne

REPARTITION DES ENERGIES POUR UNE ANNEE

ENERGIE TOTALE DE CHAUFFAGE	=	35609.	KWH
ENERGIE FOURNIE PAR PAC	=	32049.	KWH
ENERGIE FOURNIE PAR APPOINT	=	3560.	KWH
ENERGIE CONSOMMEE PAR PAC	=	13731.	KWH
ENERGIE CONSOMMEE PAR AUX.	=	941.	KWH

COUT D'EXPLOITATION DE L'INSTALLATION DE CHAUFFAGE SANS LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE

FONCTIONNEMENT AVEC MAZOUT SEUL

ENERGIE TOTALE DE CHAUFFAGE	=	35609.	KWH
RENDEMENT DE L'INSTAL. MAZ.	=	0.700	
PRIX DU LITRE DE MAZOUT	=	0.650	FR/L
COUT DE L'ENER. DE CHAUFFA.	=	3387.87	FR
ENERGIE CONSOMMEE PAR AUX.	=	975.	KWH
PRIX DU KILOWATT-HEURE	=	0.135	FR/KWH
COUT ENERGIE CONS. PAR AUX.	=	131.67	FR
COUT TOTAL	=	3519.54	FR

FONCTIONNEMENT BIENERGIE MAZOUT

ENERGIE FOURNIE PAR APPOINT	=	3560.	KWH
RENDEMENT APPOINT MAZOUT	=	0.800	
CONSOMMATION MAZOUT	=	455.99	L
COUT ENERGIE POUR APPOINT	=	296.39	FR
ENERGIE CONSOMMEE PAR PAC	=	13731.	KWH
COUT DE L'ENERGIE PAC	=	1441.78	FR
ENERGIE CONSOMMEE PAR AUX.	=	941.	KWH
COUT DE L'ENERGIE POUR AUX.	=	98.78	FR
COUT TOTAL	=	1836.95	FR

RECAPITULATION COUTS DE CONSOMMATION

COUT TOTAL MAZOUT SEUL	=	3519.54	FR
COUT TOTAL PAC BIENERGIE	=	1836.95	FR
ECONOMIE FIMANCIERE	=	1682.59	FR

RESULTAT ECONOMIQUE

ECONOMIE FIMANCIERE	=	1682.59	FR
DIF. COUT ENTR. PAC-MAZ/GAZ	=	0.00	FR
ANNUITE DISPONIBLE	=	1682.59	FR
TAUX D'INTERET BANCAIRE	=	0.000	
INVESTIS. INSTAL. PAC	=	33550.00	FR
FACTEUR ECONOMIQUE	=	19.94	

DATE : 15-SEP-81 HEURE : 13:07:01

OPERATEUR :

Fig. 3c Comparaisons économiques

Bilan d'exploitation comparatif

Période considérée: 10. 06. 1980 au 25. 06. 1981 pour calculs projet
15. 11. 1980 au 25. 06. 1981 relevés, avec extrapolation pour la période du 10. 06. 1980 au 15. 11. 1980

Système de chauffage: biénergie PAC, avec appoint et relève mazout

Type de PAC: air/eau

Tableau I

		Projet	Relevés	Avant Inst. PAC
Energie fournie				
– Pompe à chaleur	kWh	32 049	29 397	
– Appoint et relève mazout	kWh	3 560	4 739	
– Total énergie fournie chauffage	kWh	35 609	34 136	34 160
Energie consommée				
– Appoint consommation mazout	l	456	607	env. 5 000
– Equivalent en énergie électrique	kWh	4 450	5 924	
– Auxiliaires électriques	kWh	941	863	941
– Pompe à chaleur	kWh	13 731	12 671	
– Total énergie consommée	kWh	19 122	19 458	
– COP pompe à chaleur		2,33	2,32	
– COP installation avec appoint + aux.		1,86	1,75	
– Rendement chaudière mazout		0,8	0,8	0,7
– Prix du litre de mazout	Fr./l	0,65	0,65	0,65
– Prix moyen du kWh	Fr.	0,105	0,105	0,135
Coût d'exploitation				
a) Coût énergie pompe à chaleur	Fr.	1 441,75	1 330,45	
b) Coût énergie auxiliaire	Fr.	98,80	90,60	127,—
c) Coût mazout	Fr.	296,40	394,55	3 250,—
Total coût	Fr.	1 836,95	1 815,60	3 377,—

peut se limiter à la fourniture de la PAC mais doit englober le schéma de la partie hydraulique afin que l'installateur chauffagiste respecte les exigences imposées par les particularités de cette dernière.

La formation d'un personnel spécialisé jouera de plus en plus de rôle dans la promotion d'installation de chauffage avec PAC. En effet, ces dernières ne peuvent s'accomoder de pannes de longues durées sans inconvénients majeurs. C'est pourquoi, depuis plusieurs années, nous nous sommes préoccupés que plusieurs de nos monteurs électriciens reçoivent une formation de frigoriste. Dès lors nous pouvons assurer la mise en service et le service après-vente.

5. Evolution future

L'évolution du chauffage avec PAC dépend en premier lieu de celle des prix de l'huile de chauffage. Indépendamment de ce facteur, nous ressentons les tendances suivantes:

Habitations collectives

existantes

– PAC air/eau

système biénergie avec appoint ou relève au mazout.

neuves

– PAC air/eau

système monoénergie avec appoint décentralisé – décompte individuel.

Toutefois, pour ce genre de bâtiment, la solution biénergie avec relève prendra de plus en plus le dessus.

Maisons individuelles

existantes

– PAC air/eau

système biénergie avec appoint ou relève au mazout

neuves

– PAC sol/eau

système: monoénergie

– PAC air/eau

système: monoénergie avec appoint électrique

– PAC air/air

système: récupération sur l'air extrait dans les maisons sur un niveau.

Tertiaire

– PAC air/air

système en récupération sur l'air extrait.

6. Conclusions

Comme mentionné ci-devant, la diffusion des pompes à chaleur – souhaitée par tous les milieux – est certainement liée aux problèmes économiques afférents à de telles installations.

Toutefois, il ne faut pas oublier que leur attrait passe par une maîtrise de l'ensemble des problèmes qui leur sont liés, allant du conseil objectif pour le choix du système approprié jusqu'au service après-vente.

Adresse de l'auteur

J.-M. Bovet, chef des réseaux, Entreprises Electriques Fribourgeoises, Pérolles 25, 1701 Fribourg.