

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse

**Herausgeber:** Technique agricole Suisse

**Band:** 47 (1985)

**Heft:** 6

**Artikel:** Pompes à chaleur : question de rentabilité

**Autor:** Göbel, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1085023>

### 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

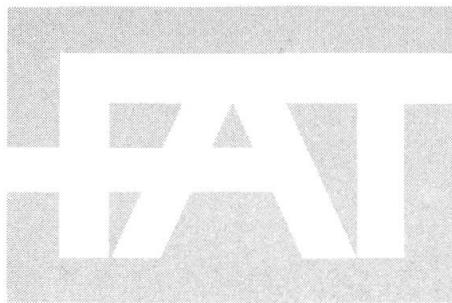
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 05.02.2026

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



Publié par la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural (FAT) CH-8356 Tänikon TG Tél. 052 - 47 20 25

# Rapports FAT

Avril 1985

262

## Pompes à chaleur – questions de rentabilité

W. Göbel

**Bien des agriculteurs qui désirent installer un nouveau chauffage pour leur maison d'habitation sont indécis quant au système à choisir. Une pompe à chaleur sous forme de récupération de chaleur en provenance de l'étable serait-elle moins chère qu'un chauffage au mazout?**

**Nous avons donc entrepris une étude à ce sujet dont voici quelques considérations:**

- Seules des maisons munies de bonnes isolations peuvent être chauffées par 30 vaches à l'étable.**
- La pompe à chaleur n'est avantageuse par rapport au chauffage au mazout que si le prix d'achat de celle-ci ou que le tarif du courant électrique sont avantageux; ou que si le prix du mazout ou que le besoin en chaleur sont élevés.**

Des pompes à chaleur qui servent à préparer l'eau chaude – en partant du refroidissement du lait –, sont déjà fort connues et largement implantées sur le

marché. Pour ce qui est des pompes à chaleur qui devraient récupérer la chaleur de l'étable pour le chauffage de la maison d'habitation par contre, des questions de rentabilité se posent inévitablement.

Les voici en détail:

- quel doit être l'importance du cheptel bovin pour permettre de chauffer une maison d'habitation d'une grandeur spécifique et munie d'un système d'isolation déterminé?
- qu'elle est l'influence des frais annuels d'une pompe à chaleur par rapport au prix d'achat, à son amortissement, aux intérêts, aux frais de réparations, aux besoins en chaleur et aux coûts d'énergie?
- qu'elles sont les conditions préalables qui rendraient les pompes à chaleur plus avantageuses que le chauffage au mazout?

Nous allons étudier les postes qui influencent les coûts de la pompe à chaleur, en nous basant sur des valeurs standard.

Voici tout d'abord les différents types de construction de ces pompes. Puis, nous vous proposons des calculs-type afin de calculer aussi bien la capacité de chaleur et le besoin en chaleur de la maison d'habitation que le potentiel de chaleur produit par les étables de bovins (vaches laitières).

### 1. Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur pour étables récupèrent le surplus de chaleur de l'air évacué et de l'air ambiant et réchauffent celui-ci à un niveau de température d'environ 50°C. Ceci permet de chauffer des maisons d'habitation, de chauffer l'eau à usage domestique, de déshumidifier ou de climatiser l'air des étables.

L'indice de moyenne annuelle permet de juger de la qualité des pompes à chaleur. Cet indice représente la relation entre l'énergie nécessaire au fonctionne-

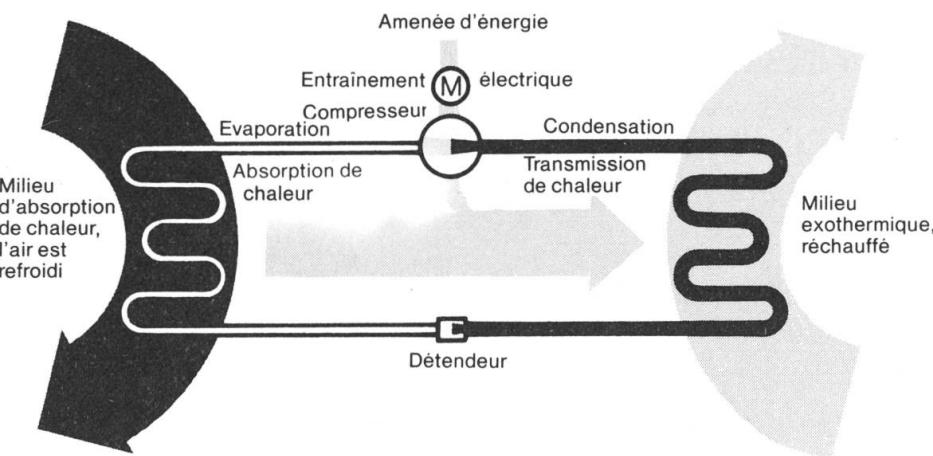


Fig. 1: Fonctionnement d'une pompe à chaleur.

ment de la machine et l'énergie produite.

Une pompe à chaleur se compose de 4 parties principales: l'évaporateur, le compresseur, le condensateur et le dispositif d'étranglement (voir fig. 1). Le produit frigorigène de l'évaporateur吸热 la chaleur ambiante. Puis, l'énergie est transmise dans le circuit du chauffage par le compresseur.

Pour récupérer la chaleur produite dans l'air ambiant de l'éta-

ble, on peut se servir de trois modèles de pompes [1,3]:

- air-air: construction compacte
- air-air: construction «split»
- eau-eau, ou eau saline, avec absorbeur d'étable.

Pour ce qui est du modèle de construction compacte, les 4 parties sont réunies en un seul appareil. L'air ambiant doit être conduit à la pompe à chaleur; celle-ci utilise la chaleur de l'étable par un système de circulation d'air; l'air est récupéré

dans l'étable, puis il y est reconduit. Il faut veiller à ce que la concentration admissible de CO<sub>2</sub> ne soit pas dépassée. Dans des étables à vaches laitières, les pompes à chaleur atteignent des indices de 3–4 [3].

Pour le type de construction «split», l'évaporateur est séparé de la pompe à chaleur. Il est placé dans un autre endroit. Ce modèle se prête particulièrement bien pour les grandes étables, car le ou les évaporateurs sont placés près des bouches d'aération mais les indices ne se situent qu'aux environs de 3 [3].

Pour les pompes à chaleur avec circulation par absorbeur (voir fig. 2), l'air évacué de l'étable n'entre pas en contact avec la pompe à chaleur, car on installe entre l'évacuation de l'air et la pompe, un circuit d'eau ou d'eau saline avec absorbeur et un réservoir d'accumulation.

Les pompes à chaleur à circuit par absorbeur se prêtent bien pour les grandes étables; elles permettent de relier l'étable proprement dite à la maison d'habitation. Les indices se situent entre 2,5 et 3,5 [3].

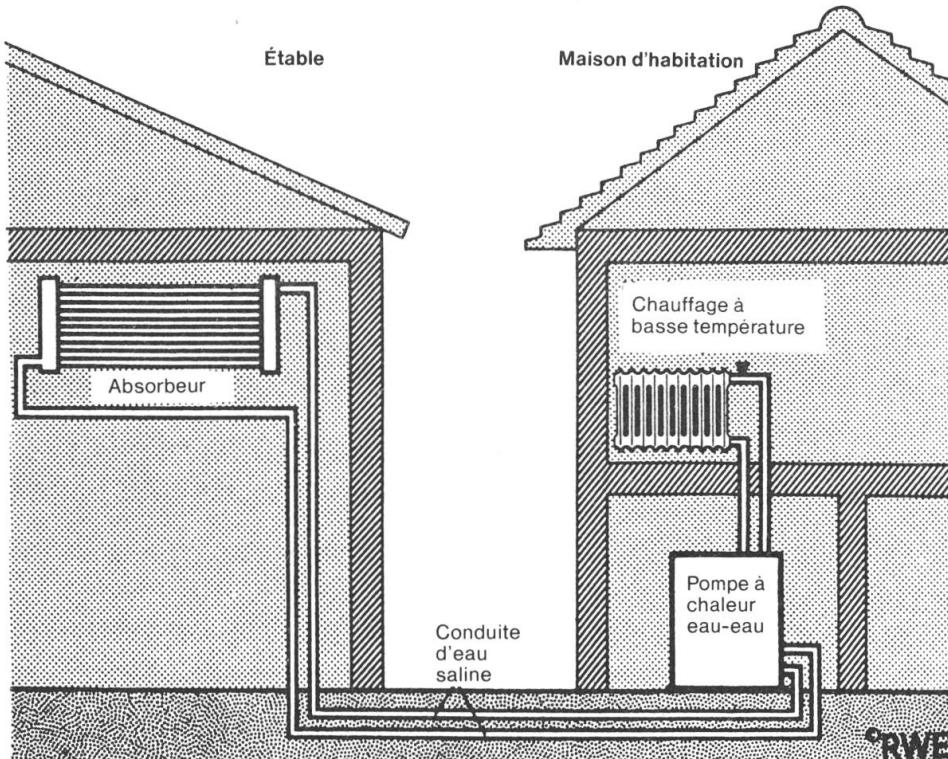


Fig. 2: pompe à chaleur avec absorbeur dans une étable.

## 2. Capacité de chaleur et besoins en chaleur annuels pour des maisons d'habitation pour une famille

Notre calcul-type se base sur la capacité de chaleur et les besoins en chaleur pour des maisons unifamiliales, situées en plaine (120, 180 et 240 m<sup>2</sup> de surface à chauffer) (voir fig. 3) [8]. La moyenne nationale est de 180 m<sup>2</sup> [9]. Pour ces calculs, nous avons pris trois types d'isolation: très bon, bon et moyen, c'est-à-dire: 0,4, 0,7 et 1,0 W/m<sup>2</sup>K.

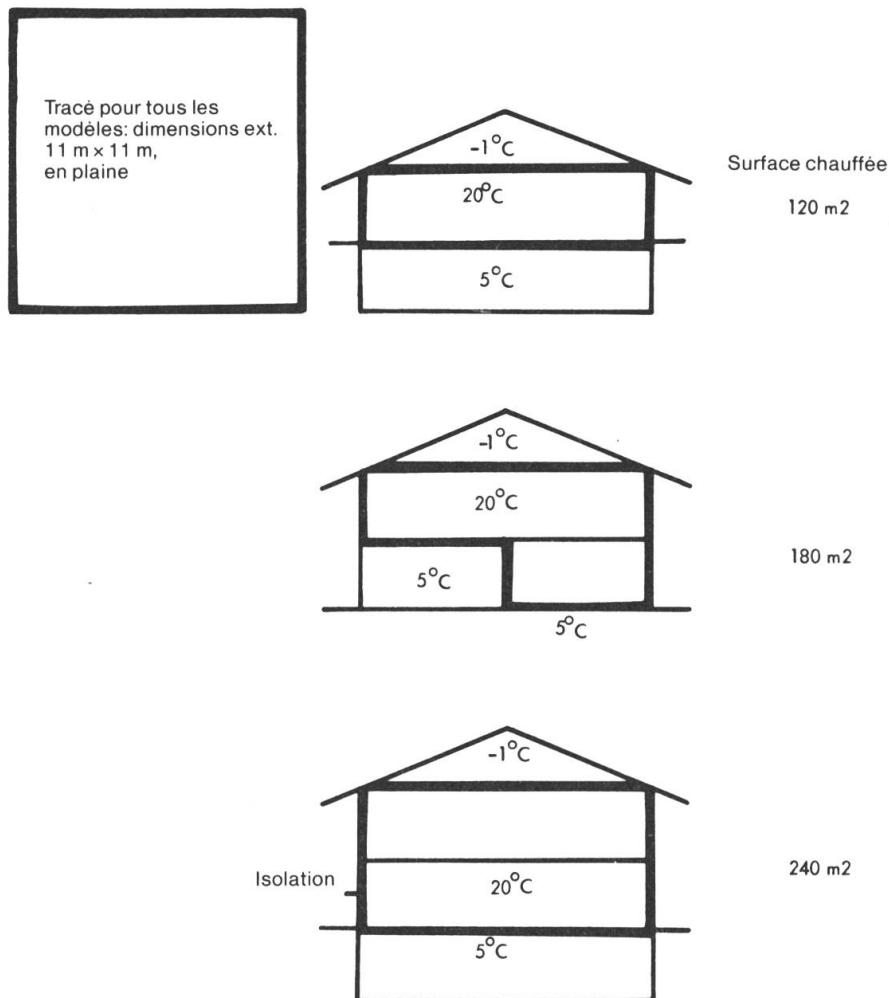


Fig. 3: Plans des maisons d'habitation utilisés pour les calculs-type concernant le potentiel de chaleur et les besoins en chaleur.

## 2.1 Mesurage des besoins en chaleur par journées froides:

L'illustration 4 indique les besoins en chaleur pour les modèles de calcul repris ci-dessus (pertes par transmission et par évacuation). Les différences des besoins en chaleur sont fortement influencés par les surfaces à chauffer et par les systèmes d'isolation utilisés. Ces différences se situent entre 4 et 12 kW.

## 2.2 Besoins en chaleur annuels, par rapport à la rentabilité

L'illustration 5 indique les besoins en chaleur annuels pour les calculs-type repris ci-dessus. Le calcul est basé sur les normes SIA 384/21, en tenant compte du potentiel de chaleur corporelle humaine et de l'éclairage; (degrés-jours de chauffage en plaine: 3616, différence max. de température: 30 K). L'intervalle de fluctuations se

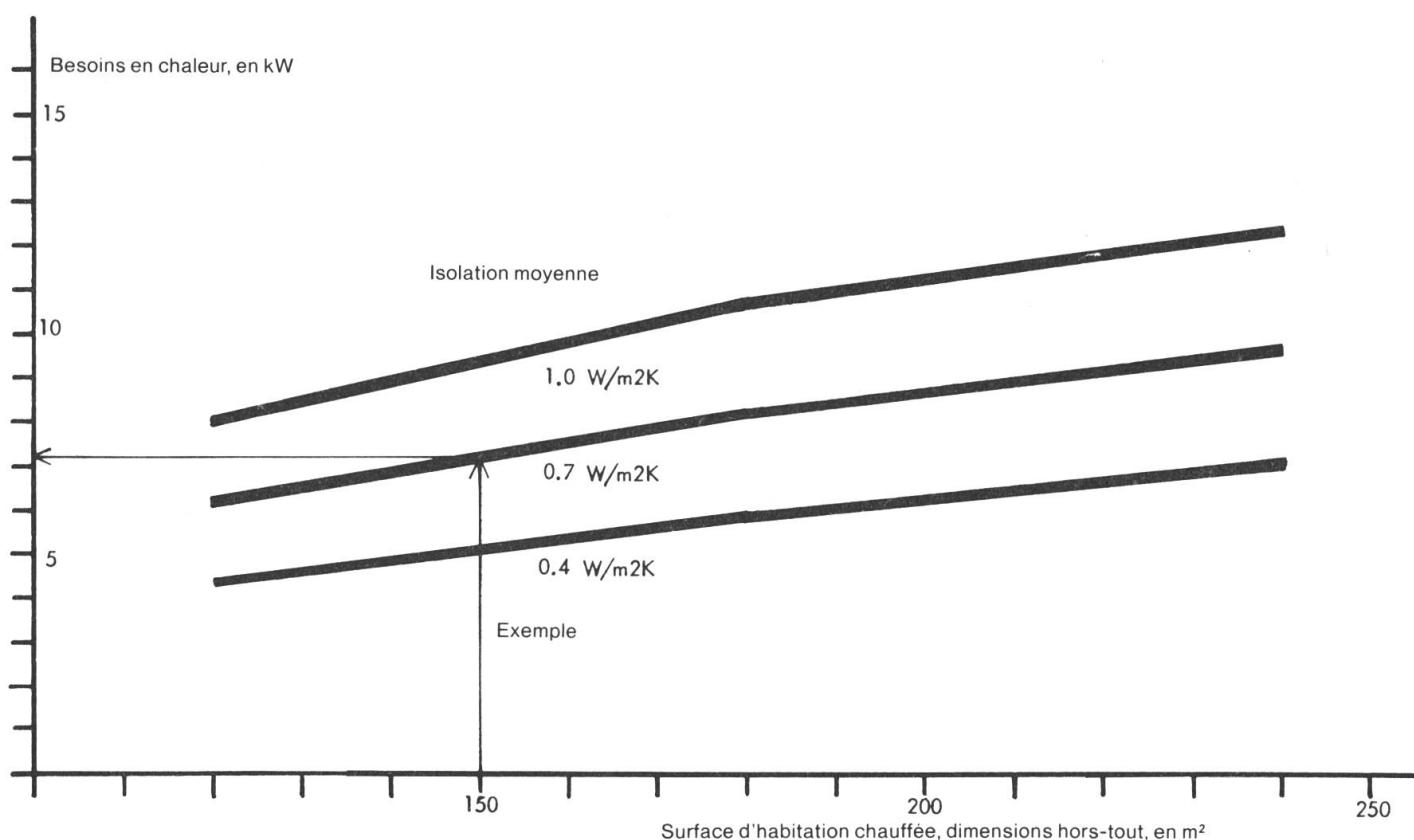


Fig. 4: Puissance de chaleur pour des maisons d'habitation de grandeurs et de systèmes d'isolation différents.

## Rapports FAT

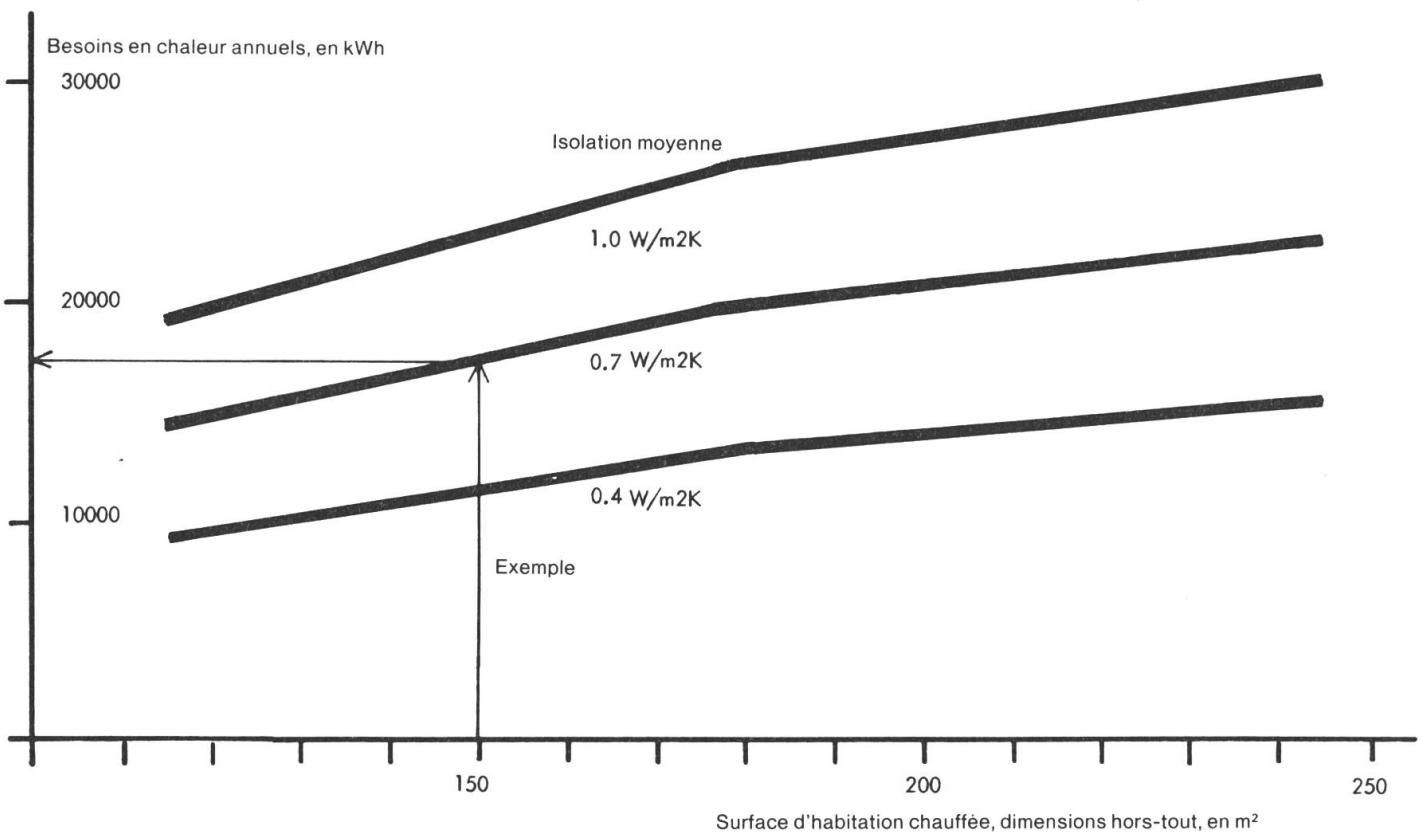


Fig. 5: Besoins en chaleur annuels pour maisons d'habitation de grandeurs et de systèmes d'isolation différents.

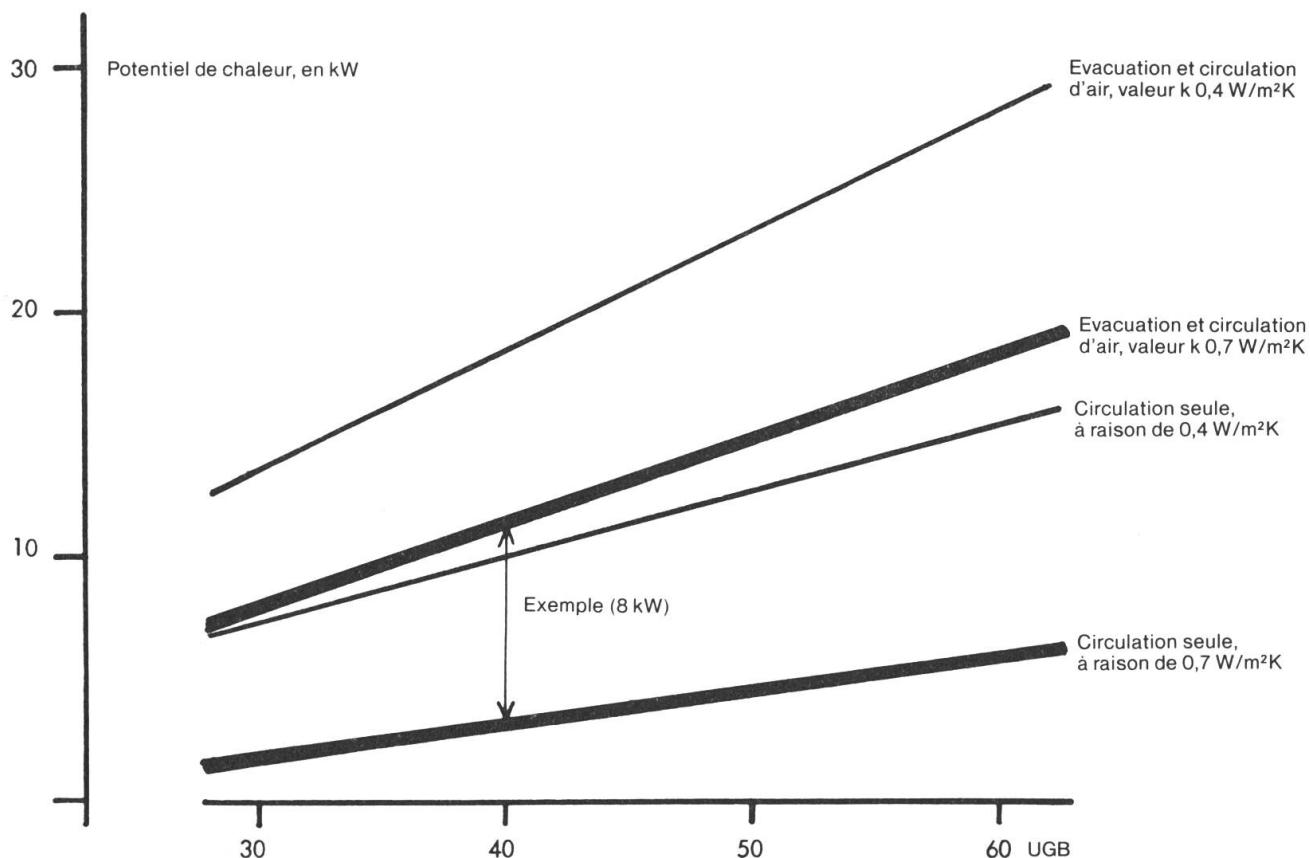


Fig. 6: Potentiel de chaleur d'étables laitières de différentes grandeurs (avec pompe à chaleur).

situe entre 10'000 et 30'000 kWh [9].

Dans certains cas, on désire également chauffer l'eau à usage domestique à 50° C. On compte avec 5000 kWh/année pour un ménage de 4 personnes.

Il est très rare que l'on utilise une pompe à chaleur pour chauffer les étables, car les besoins en chaleur sont minimes et les échangeurs thermiques sont plus avantageux.

### 3. Potentiel de chaleur

L'illustration 6 indique la chaleur que l'on peut récupérer, en se basant sur des journées très

froides, en plaine. (Température ext.: -12° C, température int.: 12° C) [7], selon le nombre d'UGB (UGB = vache de 600 kg), et sous forme d'air évacué ou de circulation d'air. On se base ensuite sur une surface d'étable de 10 m<sup>2</sup> par UGB. Pour plus de sûreté, nous avons calculé une récupération de chaleur de 3 Wh/m<sup>3</sup> d'air, au lieu de 4 Wh/m<sup>3</sup> d'air [3,5]. Les pertes de puissance n'ont pas été prises en considération.

En général, c'est-à-dire par 0,7 W/m<sup>2</sup>K et 0,35% [7] de teneur en CO<sub>2</sub>, 8 kW de chaleur peuvent être récupérés par un système d'évacuation ou de circulation d'air, avec 30 UGB. Avec 60 UGB, on peut récupérer 18 kW de chaleur. La part de circulation d'air ne représente que 30% de la totalité du potentiel de chaleur.

### 4. Considérations du point de vue de la rentabilité

Quelle est la rentabilité d'une pompe à chaleur pour un besoin annuel de plus de 10'000 kWh? Le tableau No. 1 indique en détail les frais d'acquisition d'une pompe à chaleur (investissement total) de Frs. 22'500.– [1, 4, 6].

Le tableau No. 2 donne les chiffres qui correspondent à un chauffage au mazout de Frs. 15'000 [1, 2, 4].

Le tableau No. 3 comprend une comparaison de frais, basée sur les valeurs standard. On calcule également, selon le même système, la différence de frais annuels entre la pompe à chaleur et le chauffage au mazout (Fig. 7).

### 5. Résultats

#### 5.1 Potentiel de chaleur et besoins en chaleur

En principe, un cheptel de plus de 30 UGB suffit à chauffer une maison d'habitation unifamiliale, au moyen d'une pompe à chaleur. Mais il faut respecter certaines conditions de base (voir Fig. 4 et 6).

Une capacité de 6 kW provenant d'une étable de 30 vaches laitières ne suffit que si la maison dispose d'une très bonne isolation (0,4 W/m<sup>2</sup>K). Une maison moyenne, bien isolée (0,7 W/m<sup>2</sup>K) a déjà besoin d'une capacité de chaleur de 9 kW. Cette puissance n'est obtenue qu'avec 40 UGB, par évacuation d'air de l'étable.

Avec une étable de 60 UGB et avec la seule circulation d'air, on peut chauffer la plus petite mai-

**Tableau No.1: Frais d'acquisition de la pompe à chaleur de 11 kW avec un système d'absorbeur par circulation.**

Position	Frs.
pompe à chaleur eau/eau (compresseur, condensateur, évaporateur) disp. de contrôle dans la circulation de l'eau chaude et deux thermostats dans l'accumulateur	8000.–
2 pompes de circulation dans le circuit d'eau	1000.–
absorbeur d'étable pour 4000 m <sup>3</sup> d'air/h et pour 40 m <sup>2</sup> de surface canaux d'évacuation et de circulation	1000.–
disp. de contrôle dans la circulation de l'eau froide	5000.–
et pompe de circulation	2500.–
installation et conduites étable/maison avec isolation	1000.–
total	4000.–
	22'500.–

**Tableau No. 2: Frais d'acquisition d'un chauffage au mazout pour une construction nouvelle**

Position	Frs.
chaudière et encombrement nécessaire	5000.–
brûleur et 10 m de conduite	2000.–
citerne de 5000 litres, encombrement nécessaire	4000.–
et cuvelage en matière synthétique	4000.–
cheminée (tubes d'acier et isolation)	4000.–
total	15'000.–

# Rapports FAT

**Tableau No. 3: Comparaison des frais entre la pompe à chaleur et le chauffage au mazout (valeurs standard)**

Paramètre	valeur standard	amplitude de variations	frais courants
besoins annuels de chaleur	kWh	20'000	10'000 – 40'000
<b>Pompe à chaleur</b>			
prix d'achat	Frs.	22'500.–	15'000 – 30'000.–
amortissement en 10 ans		10	
intérêt 5% <sup>1)</sup>		3	
réparations		2	
total	%	15	10 – 20
frais fixes	Frs.		3375.–
frais de courant Frs./kWh		–.12	.06 – .24 (30% tarif de nuit)
indice de moyenne annuelle		3	2.5 – 3.5
frais d'énergie	Frs.		800.–
frais annuels	Frs.		4175.–
<b>Chauffage au mazout</b>			
prix d'achat	Frs.	15'000.–	10'000 – 20'000.–
amortissement en 14 ans		7	
intérêts 5% <sup>1)</sup>		3	
réparations		2	
total	%	12	
frais fixes	Frs.		1800.–
frais de ramonage	Frs.		140.–
rendement thermique		.75	
frais mazout	Frs./l	–.55	–.35 – 1.10
frais de courant	Frs.		1467.–
frais annuels	Frs.		3407.–

<sup>1)</sup> 5% de 60% des frais d'acquisition

son servant de modèle de calcul, mais elle doit être très bien isolée (voir Fig. 4: besoins en chaleur 4 kW. Fig. 6: besoins en chaleur 5 kW).

En améliorant l'isolation de l'étable pour obtenir 0,4 W/m<sup>2</sup>K, on triple dans les deux cas la capacité de chaleur par circulation d'air (voir fig. 6). Mais la capacité de chaleur par évacuation d'air ne change pas.

## 5.2 Questions de rentabilité

En se basant sur les valeurs standard, les frais annuels pour la pompe à chaleur s'élèvent à Frs. 4175.– et pour le chauffage au mazout à Frs. 3407.–. La différence en frais annuels est donc de Frs. 768.–, en faveur du chauffage au mazout. Cela représente 23% de frais supplémentaires (tableau 3, fig. 7). La

pompe à chaleur n'est pas rentable, comparée au chauffage au mazout.

Si on partait d'un prix d'achat ou de frais fixes de 23% inférieurs (amortissement, intérêts et réparations) on obtiendrait une équivalence de coûts par rapport au chauffage au mazout.

Si le mazout augmentait de 50% par rapport au prix standard, c'est-à-dire Frs. 0.80 par litre, on obtiendrait également une équivalence des frais annuels entre pompe à chaleur et chauffage au mazout.

Si l'on part d'un indice de moyenne annuelle de 3,5 au lieu de 3, les frais annuels diminuent de Frs. 120.–.

L'influence d'une modification de besoins en chaleur ou une modification du prix du courant est moins importante que celle qu'une modification du prix d'achat ou des taux de frais fixes pourrait avoir sur les frais annuels. Pour le chauffage au mazout par contre, une modification du prix d'achat ou du besoin en chaleur, ainsi qu'une modification du prix du mazout ont à peu près la même influence. L'écart des frais annuels entre la pompe à chaleur et le chauffage au mazout diminue au fur et à mesure que les besoins en chaleur et le potentiel de chaleur de l'étable augmentent (équivalence de frais: environ 40'000 kWh/année).

La puissance de chaleur et les besoins en chaleur peuvent être vérifiés sur les illustrations 4 et 5. Le croquis No. 6 indique l'importance nécessaire du cheptel pour obtenir le potentiel de chaleur par évacuation ou par circulation d'air. On se base sur une température extérieure de -12°C, en plaine. L'illustration 7 indique les frais approximatifs annuels pour une pompe à chaleur, en comparaison avec ceux d'un chauffage au mazout.

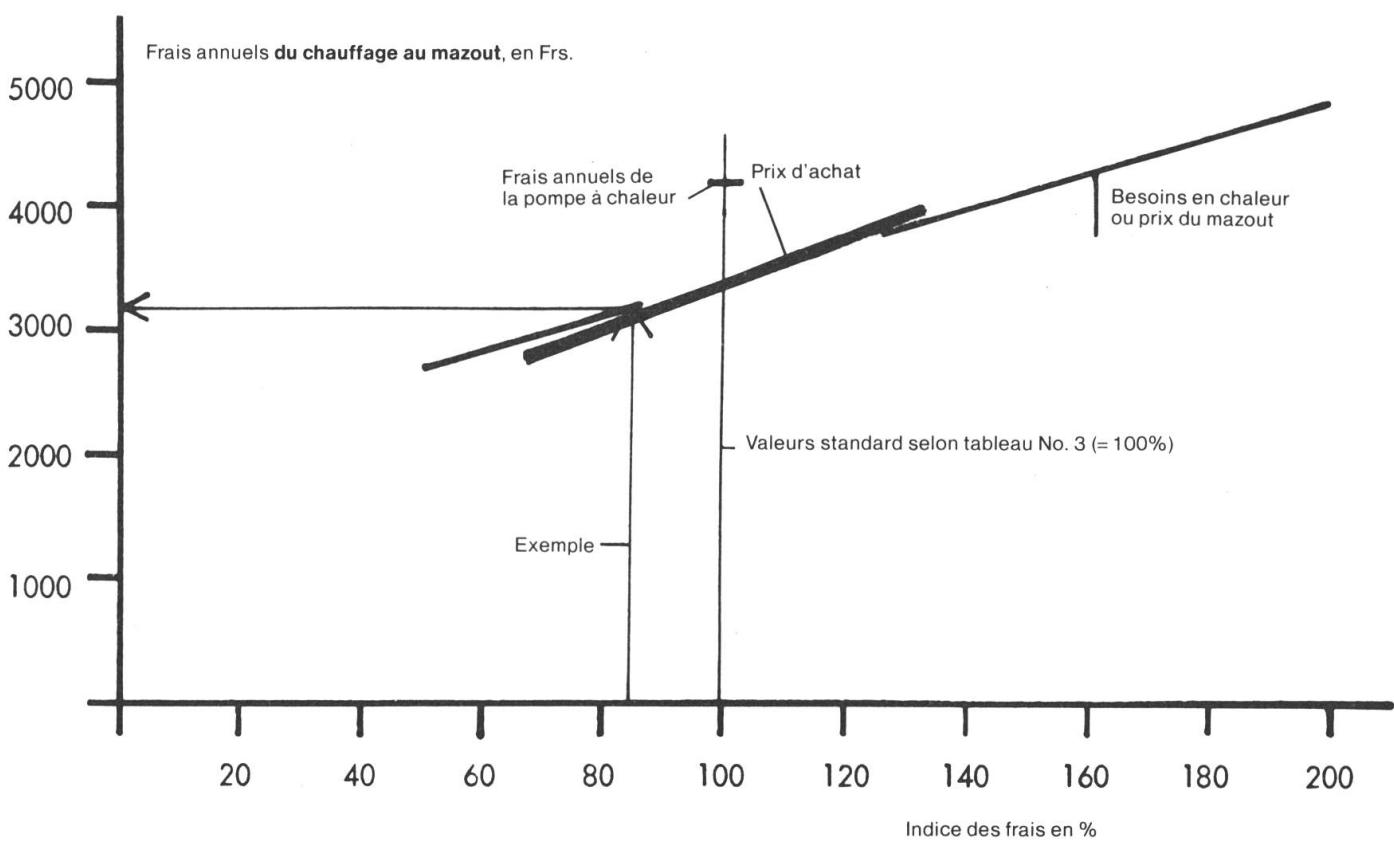
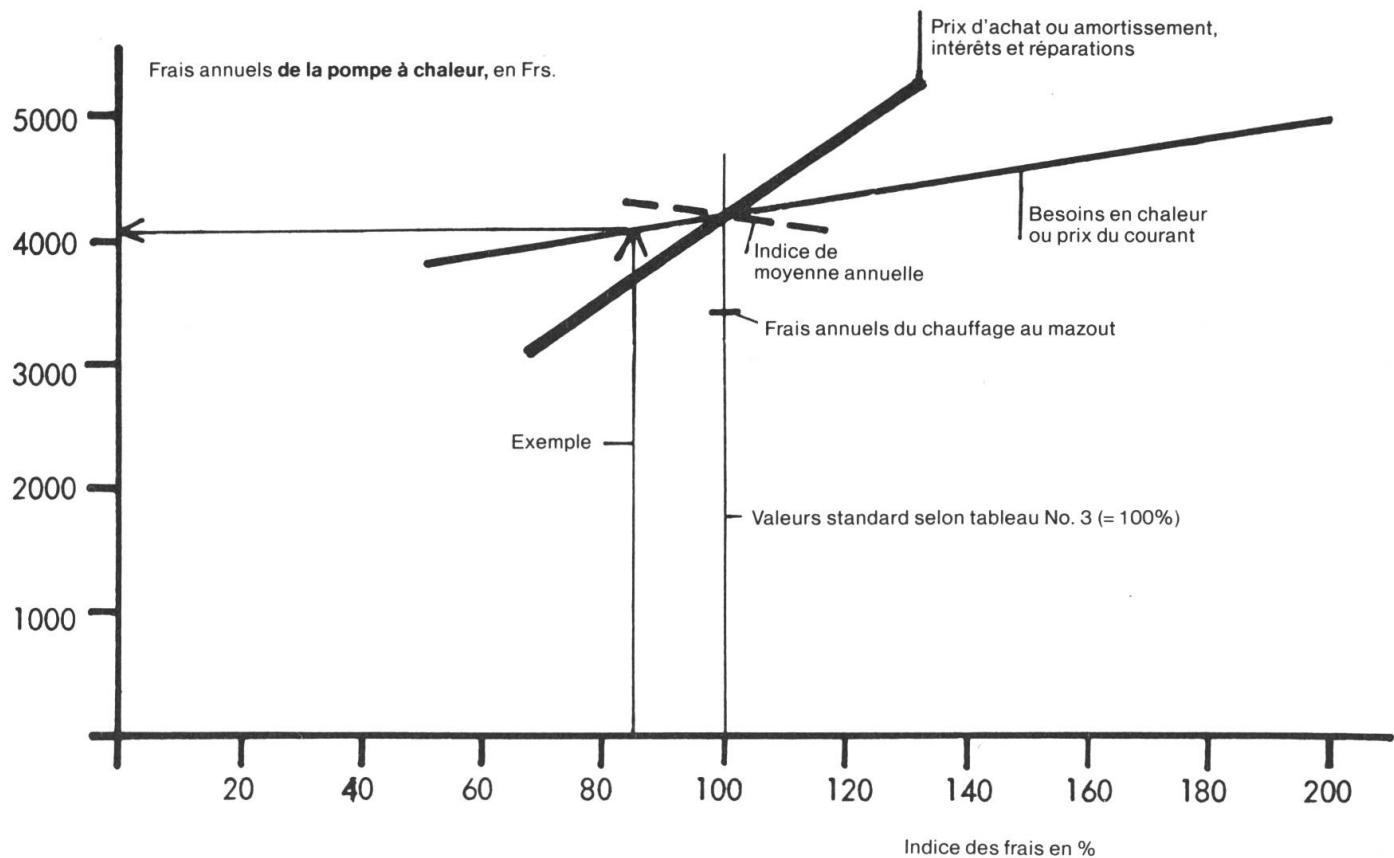


Fig. 7: Frais annuels de la pompe à chaleur et du chauffage au mazout, par rapport à des valeurs standard (100% = valeur standard du tableau No. 3)

## 5.3 Exemples:

Maison d'habitation de 150 m<sup>2</sup>, isolation bien faite, pompe à chaleur standard selon tableau No. 3.

**Résultats:** puissance de chaleur nécessaire: 7kW (voir Fig. 4) et besoins en chaleur de 17'000 kWh (voir Fig. 5).

Un cheptel de 40 UGB fournit environ 8 kW de chaleur par

évacuation, en tenant compte d'une valeur  $k$  de 0,7 W/m<sup>2</sup>K dans l'étable. 17'000 kWh correspondent à 85% de la valeur standard de 20'000 kW. L'illustration 7 nous montre que les frais annuels s'élèvent à Frs. 4100.– pour la pompe à chaleur et à Frs. 3200.– pour le chauffage au mazout. La différence annuelle est donc de Frs. 900.– en faveur du chauffage au mazout.

---

Des demandes éventuelles concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique agricole doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications et les rapports de texts peuvent être obtenus directement à la FAT (8356 Tänikon).

BE	Furer Willy, 2710 Tavannes	Tél. 032 - 91 42 71
FR	Lippuner André, 1725 Grangeneuve	Tél. 037 - 82 11 61
TI	Müller A., 6501 Bellinzona	Tél. 092 - 24 35 53
VD	Gobalet René, 1110 Marcellin-sur-Morges	Tél. 021 - 71 14 55
VS	Balet Michel, Châteauneuf, 1950 Sion	Tél. 027 - 36 20 02
GE	A.G.C.E.T.A., 15, rue des Sablières, 1214 Vernier	Tél. 022 - 41 35 40
NE	Fahrni Jean, Le Château, 2001 Neuchâtel	Tél. 038 - 22 36 37
JU	Donis Pol, 2852 Courtemelon/Courtételle	Tél. 066 - 22 15 92

Les numéros des «Rapports FAT» peuvent être également obtenus par abonnement en langue allemande. Ils sont publiés sous le titre général de «FAT-Berichte». Prix de l'abonnement: Fr. 35.– par an. Les versements doivent être effectués au compte de chèques postaux 30 - 520 de la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural, 8356 Tänikon. Un nombre limité de numéros polycopiés en langue italienne sont également disponibles.