

**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:** 74 (1983)

**Heft:** 2

**Artikel:** Coût de l'énergie de chauffage de l'eau sanitaire

**Autor:** Brundrett, G. W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-904745>

### **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:** 18.01.2025

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

- [28] Miller W.M., 1980. - *American Journal of Epidemiology*, **112**, 165.
- [29] Nordström S. and Birke E., 1979. - Investigation of possible genetic risks among employees of Vattenfall/Sydkraft who had been exposed to 400 kV. Summary of preliminary results, Press release, University of Umea, Department of Medical Genetics, 25 October.
- [30] Phillips R.D., 1979. - Health aspects of power transmission, Symposium on Energy and Human Health: Human Costs of Electric Power Generation, Pittsburgh, PA, March 19-21.
- [31] Reichmanis M., Perry F.S., Marino A.A. and Becker R.O., 1979. - Relation between suicide and the electromagnetic field of overhead power lines, *Physiol. Chem. and Physics.*, **11**, pp. 35-403.
- [32] Roberge P.F., 1976. - Study on the state of health of electrical maintenance workers on Hydro-Quebec's 735 kV power transmission systems, Hydro-Quebec, September.
- [33] Savin B.M., Shandala M.G., Nikonova K.V. and Morozov Yu.A., 1978. - Methods for studying and criteria for evaluating the biological effects of electric fields of industrial frequency, Paper for the American-Soviet Symposium on Superhigh Supply Lines, Tashkent (May).
- [34] Sazonova T.E., 1967. - *Physiological assessment of the work conditions in 400-500 kV open switching yard. Institute of Labour Protection of VTSSPS, Moscow. Scientific Publications*, No. 46,34-39.
- [35] Singewald M.L., Langworthy O.R. and Kouwenhoven W.B., 1973. - Medical follow-up study of high-voltage linemen working in a.c. electric fields. *IEEE Trans. Pas* **92** (4), 1307-1309.
- [36] Stopps G.J. and Janischewsky W., 1979. - Epidemiological study of workers maintaining HV equipment and transmission lines in Ontario, Canadian Electrical Association Research Report.
- [37] Strumza M.V., 1970. - Influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension. *Arch. Mal. Prof.*, **31** (6), 269-276.
- [38] Takagi T., 1976. - Electrostatic induction caused by extra-high-voltage overhead transmission lines, Japan IERE Council Document R7604, June.
- [39] Tucker R.D. and Schmitt O.H., 1978. - Tests for human perception of 60 Hz moderate strength magnetic fields. *IEEE Trans. BME-25*, (6), 509-518.
- [40] Wertheimer N. and Leeper E., 1979. - Electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology*, **109**, 273-284.

## Coût de l'énergie de chauffage de l'eau sanitaire

Rapport du Comité d'études du développement des applications de l'énergie électrique

*La présente synthèse examine le coût de l'énergie pour divers modes de chauffage classique de l'eau et considère ensuite le coût total du chauffage de l'eau dans les nouvelles habitations en tenant compte de l'entretien, de l'annuité correspondant au coût de premier établissement et de l'octroi d'une aide d'Etat.*

*Die vorliegende Synthese untersucht die Energiekosten für verschiedene Arten der herkömmlichen Brauchwarmwasser-Erzeugung und betrachtet hierauf die Brauchwarmwasser-Kosten in neuen Wohnungen unter Berücksichtigung des Unterhalts, der Amortisation der Investitionskosten und eventueller staatlicher Beihilfen.*

### 1. Systèmes de chauffage de l'eau

Il existe deux systèmes d'installations d'eau chaude. Le premier, qui est le plus courant, fonctionne directement à partir du réseau d'eau presque à pleine pression. Des conduites de petit diamètre peuvent ainsi distribuer l'eau chaude dans toute la maison. Le deuxième, très répandu au Royaume-Uni et en Irlande, fonctionne à basse pression. L'eau froide pénètre dans une bache ouverte située dans le grenier. La hauteur géométrique (3 à 6 m) fournit la pression. Ce système exige donc des conduites bien plus grandes (12 à 18 mm de diamètre). La bache a pour but d'empêcher la contamination de l'eau par un reflux d'eau accidentel.

Il existe une large gamme d'appareils électriques de production d'eau chaude. Beaucoup d'entre eux sont des chauffe-eau à chauffage instantané comme dans certaines douches: quelques-uns sont de petits ballons à faible contenance utilisés par intermittence alors que d'autres sont de gros ballons d'eau chaude qui fonctionnent la nuit pour profiter du coût inférieur de l'électricité. Les chauffe-eau électriques instantanés ont un rendement de 100%. Les problèmes de puissance appelée maximale limitent la puissance de ces unités, au Royaume-Uni, à

7 kW, ce qui suffit pour une douche, mais pas pour un bain. La Belgique fait figure d'exception avec des chauffe-eau domestiques de 12, 18 et 24 kW. La différence de prix de l'électricité entre le jour et la nuit favorise l'accumulation nocturne et la plupart des pays européens recourent largement à ce système de production d'eau chaude. Les systèmes à accumulation ont un rendement de 75 à 80% en raison des pertes thermiques minimales, mais continues à travers le ballon de stockage calorifugé et des pertes dans les conduites de distribution. Les pompes à chaleur électriques, associées à des ballons d'accumulation sont désormais disponibles. Il existe des types de pompes à chaleur qui refroidissent les parties surchauffées de la maison et transfèrent l'énergie récupérée à l'eau chaude. D'autres utilisent l'air extérieur comme source d'énergie. Ces pompes à chaleur ont un coefficient de performance (COP) qui varie entre 2 et 3, c'est-à-dire qu'elles transfèrent à l'eau chaude deux à trois fois plus d'énergie qu'elles n'en consomment. Les pertes dans les conduites sont les mêmes que dans les systèmes classiques à ballon central à accumulation.

Les chauffe-eau instantanés au gaz ont un rendement de 45 à 55%. Les systèmes à accumulation fonctionnant en été avec de grandes chaudières de

# ECONOMIE ELECTRIQUE

chauffage central ne sont pas efficaces à cause des cycles fréquents et des longues périodes d'arrêt de la chaudière.

En été, ces chaudières sont très surdimensionnées pour le chauffage de l'eau. Leur rendement peut aller de 20

à 40%. Le chauffage électrique de l'eau en été pourrait disposer ici d'un vaste marché potentiel.

Coût de l'énergie de chauffage de l'eau sanitaire (au 1<sup>er</sup> juin 1981)

Tableau I

Pays	Cours des monnaies en £	Combustibles fossiles en été	Coût de l'électricité/kWh			Coût des combustibles fossiles/kWh			
			normal pence	nuit pence	nuit en % du jour	rendement chaudière	gaz	fuel	charbon
<i>République fédérale d'Allemagne</i>	4.68 DM/£	20-40%	4.09	2.55	62	PC théorique 50% 20%	1.79 3.58 8.95	1.79 3.58 8.95	- - -
<i>Belgique<sup>1)</sup></i>	76.5 bfr/£	15-20%	4.64	2.68	58	PC théorique 50% 20%	1.31 2.62 6.55	1.60 3.20 8.00	- - -
<i>Danemark</i>	14.71 dkr/£	25%	4.30 <sup>4)</sup>	-	-	PC théorique 50% 20%	- - -	2.01 4.02 10.05	- - -
<i>France</i>	11.03 FF/£	15-20%	2.8	1.65	59	PC théorique 50% 20%	1.52 3.04 7.56	1.45 2.90 7.25	- - -
<i>Irlande</i>	1.29 Ir £/£	15-20%	3.75	2.37	63	PC théorique 50% 20%	3.79 7.58 18.95	1.57 3.14 7.85	0.82 1.68 4.10
<i>Italie</i>	2322 Lit/£	24%	1st 75 kWh/mois = 2.77 p/kWh 2nd = 3.06 3rd = 4.27 4th = 4.55			PC théorique 50% 20%	1.60 3.20 8.00	1.69 3.38 8.46	- - -
<i>Norvège<sup>2)</sup></i>	11.78 nkr/£	-	1.75 <sup>2)</sup>	-	-	PC théorique 50% 20%	- - -	1.83 <sup>2)</sup> 3.66 <sup>2)</sup> 9.15 <sup>2)</sup>	- - -
<i>Pays-Bas</i>	5.18 hfl/£	52%		3.47		PC théorique 50% 20%	0.97 1.94 4.85	- - -	- - -
<i>Royaume-Uni<sup>3)</sup></i>		20-40%	4.98	1.82	37	PC théorique 50% 20%	0.85 1.70 4.25	1.71 3.42 8.50	1.02 <sup>5)</sup> 2.04 5.10
<i>Suède</i>	10.14 skr/£	20-35%	2.42	1.58	65	PC théorique 50% 20%	- - -	1.68 3.36 8.40	- - -
<i>Suisse</i>	4.275 frs/£	20-50%	3.27	1.52	46	PC théorique 50% 20%	1.4 2.8 7.0	1.4 2.8 7.0	- - -

<sup>1)</sup> TVA à 16% incluse

<sup>2)</sup> TVA à 20% incluse

<sup>3)</sup> Au Royaume-Uni, le tarif de nuit économique s'accompagne généralement d'un tarif de jour légèrement plus élevé que le tarif normal

<sup>4)</sup> Taxes + TVA à 22% incluses

<sup>5)</sup> Y compris remise de 10% en été

TVA: Taxe à la Valeur Ajoutée

## 2. Coût de l'énergie

Les données ainsi disponibles des rendements - insuffisants - des chaudières à combustible peuvent servir à comparer les coûts des divers modes de production d'eau chaude en été. Chaque membre de L'UNPEDE a fourni des chiffres détaillés sur le rendement prévu des chaudières à combustibles fossiles en été, le coût des combustibles fossiles et le tarif compétitif de l'électricité. Ces données sont récapitulées au tableau I. Le prix des combustibles fossiles est évalué en termes de pouvoir calorifique théorique et pour un rendement des chaudières de 20 et de 50%. Le rendement de 50% s'applique à une très bonne installation et celui de 20% à une mauvaise installation.

La Belgique dispose d'une très vaste gamme de chauffe-eau électriques à accumulation. La philosophie qui préside à la conception de ces appareils consiste à adapter la puissance du thermoplongeur à la capacité de stockage, les ballons à grande capacité étant équipés de thermo-plongeurs puissants. De même, il est inhabituel de permettre l'utilisation de chauffe-eau instantanés d'une puissance allant jusqu'à 24 kW. Avec le tarif de nuit, l'électricité revient sensiblement au même prix que le gaz brûlé avec un rendement de 50% et est beaucoup moins chère que le pétrole.

Le Royaume-Uni dispose d'une vaste gamme de chauffe-eau à accumulation à basse pression bien que la capacité la plus répandue soit de l'ordre de 150 à 200 litres. La puissance des thermo-plongeurs est généralement de 3 kW et est indépendante de la capacité d'accumulation, mais il est courant d'installer deux thermo-plongeurs dans les maisons «tout électrique». L'un est implanté dans le fond du ballon pour chauffer tout le volume d'eau pendant la nuit alors que l'autre est monté au sommet du ballon pour apporter un complément de chauffage le jour en cas de besoin. L'électricité de nuit est plus chère, marginalement, que le gaz brûlé avec un rendement de 50%, mais moins chère que le charbon et le fuel. Elle est considérablement moins chère que n'importe quel combustible fossile brûlé avec un rendement de 20%. Les chauffe-eau instantanés sous pression sont de plus en plus utilisés pour les douches, mais leur puissance électrique est limitée à 7 kW.

Le Danemark n'a ni alimentation en gaz, ni tarif électrique de nuit. L'élec-

tricité est légèrement plus chère que le fuel brûlé dans une chaudière avec un rendement de 50%, mais revient bien moins cher qu'une chaudière à faible rendement. Le prix de l'électricité comprend une taxe de 0,125 dkr/kWh (0,85 p/kWh) et 22% de la Taxe à la Valeur Ajoutée (TVA).

Les types d'appareils disponibles en Irlande sont les mêmes qu'au Royaume-Uni, mais le gaz y est beaucoup plus cher. L'électricité de nuit est bien moins chère que le fuel et le gaz, même si le rendement de la chaudière atteint 50%.

La France a elle aussi un tarif de nuit attractif. L'électricité de nuit est beaucoup plus économique que le fuel et le gaz, même brûlés avec un rendement de 50%. Les études effectuées en France font apparaître que les systèmes au gaz consomment beaucoup plus d'énergie que les systèmes électriques lorsqu'ils sont associés à un ballon à accumulation. Les nouveaux chauffe-eau instantanés à gaz consomment moins d'énergie que les chauffe-eau à gaz à accumulation. Les chiffres de consommation typiques sont indiqués dans le tableau II.

La République fédérale d'Allemagne dispose d'une vaste gamme de chauffe-eau sous pression. L'électricité de nuit est bien moins chère que le fuel et le gaz brûlés dans une chaudière à rendement de 50%. La République fédérale d'Allemagne et la Suisse sont cependant les seules à développer une grande variété de chauffe-eau à pompe à chaleur. Grâce à leur coefficient de performance, les pompes à chaleur peuvent réduire de moitié ou des deux tiers les coûts d'exploitation effectifs. Ce sont donc les systèmes qui engendrent les coûts d'exploitation les plus bas et qui permettent d'utiliser l'énergie primaire avec le meilleur rendement (34% à la centrale  $\times$  COP = 100%). Ils présentent cependant l'inconvénient de nécessiter des frais de premier établissement élevés. Les coûts globaux sont examinés plus en détail au paragraphe suivant.

L'Italie dispose de ballons d'accumulation sous pression d'une capacité maximale de 120 litres. Les ballons les plus répandus ont une contenance de 80 litres et un thermo-plongeur de 1,2 kW. Cet équipement est complété par un chauffe-eau local de faible capacité (10 à 15 litres) doté d'un thermo-plongeur de 1,5 à 2,0 kW. L'Italie se caractérise par un tarif électrique dans lequel le prix de l'électricité aug-

mente rapidement avec la consommation (tableau III).

Aux Pays-Bas, le tarif de nuit moyen applicable à l'électricité utilisée pour l'accumulation d'eau chaude rend ce mode de production d'eau chaude moins cher que la production d'eau chaude dans des chaudières à gaz naturel à bas rendement (20%).

La Norvège a rattaché le prix de l'électricité à celui du pétrole. Elle propose cependant des tarifs hors pointe à fourniture d'énergie interruptible qui reflètent les incertitudes de la production hydroélectrique. Les chaudières brûlant des combustibles fossiles sont une composante indispensable de ce système pour relayer le chauffage électrique en période de basses eaux. La fourniture d'électricité est assurée par quelque 300 distributeurs qui ont leurs propres tarifs correspondant à leurs besoins. Le tableau I reprend les valeurs typiques. Le tarif normal de 1,75 p/kWh inclut une TVA de 20%.

En Suède, il existe deux tarifs pour l'électricité consommée normalement pendant le jour. Les maisons «tout électrique» bénéficiant d'un tarif privilégié de 0,20 skr/kWh alors que le tarif normal est de 0,24 skr/kWh. Le tarif de nuit est de 0,16 skr/kWh, ce qui correspond à la moitié du prix de la chaleur fournie par des chaudières brûlant du fuel avec un rendement de 50% et à 1/3 du prix de la chaleur fournie par une chaudière à bas rendement.

La Suisse a un réseau électrique que se partagent 1200 distributeurs. Le coût de l'électricité varie sensiblement d'une région à l'autre suivant les difficultés de distribution dans ce pays au relief montagneux ainsi que la dimension, la densité et le nombre de villes et de villages desservis.

Le prix de l'électricité varie entre 0,08 et 0,18 fr.s./kWh pour le tarif de jour, mais la plage de variation est beaucoup plus réduite pour le tarif de nuit puisque le prix de l'électricité se situe entre 0,05 et 0,08 fr.s./kWh. L'électricité au tarif de nuit est bien moins chère que le fuel ou le gaz brûlé dans une chaudière avec un rendement de 50% et revient presque à 1/3 du coût des combustibles fossiles brûlés avec un rendement de 20%.

## 3. Coût total du chauffage de l'eau

Les nouveaux chauffe-eau à pompe à chaleur apparaissent sur le marché.

Ils permettent de chauffer de l'eau à très bas coût, mais ils nécessitent un investissement initial plus élevé que pour les autres systèmes de chauffage. Le mode d'évaluation le plus juste consiste donc à comparer le coût total annuel de la production d'eau chaude. Ce coût annuel englobera le service du capital, les frais d'entretien annuels et les dépenses annuelles d'énergie.

Les tableaux III et IV indiquent le coût total de la production d'eau chaude dans neuf pays européens. Par mesure de simplicité, les chiffres sont donnés pour une famille de quatre personnes.

En République fédérale d'Allemagne, le coût total de l'eau chaude est, de façon surprenante, sensiblement identique pour tous les modes de chauffage à l'exception du chauffage au fuel et du chauffage à appoint solaire qui sont considérablement plus chers. Le coût d'investissement initial de la pompe à chaleur est compensé par la subvention gouvernementale accordée et par les coûts d'exploitation peu élevés. Les frais d'entretien du système de chauffage électrique classique par thermo-plongeurs est élevé à cause des problèmes spéciaux de corrosion existant en République fédérale d'Allemagne. Le système de chauffage le plus avantageux est le chauffage électrique instantané avec de petits chauffe-eau à accumulation à proximité du point de consommation.

Les chiffres du Danemark corroborent ceux de la République fédérale d'Allemagne, le chauffage solaire de l'eau revenant plus de deux fois plus cher que le mode de chauffage le plus économique. Le chauffage électrique instantané de l'eau, complété par de petits ballons d'accumulation à proximité du point de consommation, fait

partie des modes de production d'eau chaude les plus économiques.

Les chiffres de la Norvège indiquent eux aussi que le chauffage électrique instantané est le mode de production d'eau chaude le moins onéreux. L'eau chaude produite par une chaudière au fuel revient à plus du double.

Aux Pays-Bas, tous les systèmes de production d'eau chaude au gaz sont moins chers que les systèmes électriques.

Les chiffres du Royaume-Uni montrent que le coût de production d'eau chaude varie du simple au double suivant le mode de chauffage utilisé. Les ballons (env. 250 litres) à accumulation nocturne fournissent de l'eau chaude sensiblement au même prix que les chauffe-eau instantanés au gaz. Les pompes à chaleur prélevant la chaleur à l'intérieur même de la maison pendant les heures creuses et les systèmes de chauffage à appoint solaire produisent de l'eau chaude à un prix sensiblement identique. L'utilisation de ces pompes à chaleur à source interne réclame une certaine attention parce qu'elle risque de majorer la facture de chauffage des locaux pour compenser la chaleur extraite. Les systèmes de production d'eau chaude les plus coûteux sont soit les systèmes à simple ballon chauffé au tarif domestique normal, soit les pompes à chaleur à source externe fonctionnant de jour.

Les chiffres de la Belgique montrent que les modes de chauffage au gaz, au fuel et à l'électricité avec accumulation nocturne produisent de l'eau chaude à un prix sensiblement identique et sont les moins coûteux. L'eau chaude produite par des pompes à chaleur revient plus cher et les techniques à base de solaire sont les plus onéreuses.

En Suisse (tableau IV), le chauffage électrique à accumulation nocturne est bien moins cher que toutes les autres techniques de production d'eau chaude. Le chauffage à accumulation par pompe à chaleur revient cependant moins cher que le chauffage avec une chaudière au fuel.

En Irlande, le chauffage électrique par accumulation nocturne (ballon de 135 litres) représente également la solution la plus économique. Le chauffage à accumulation par pompe à chaleur est plus avantageux que le chauffage électrique instantané et deux fois moins cher que les systèmes à chauffage solaire.

En France, le coût de chauffage de l'eau au moyen d'un ballon d'accumulation électrique et celui résultant d'un chauffe-eau au gaz sont comparables. Le recours à la pompe à chaleur se traduit par un coût nettement plus élevé, le chauffage solaire restant toutefois la solution la plus onéreuse.

#### 4. Hygiène

Des essais sont en cours aux Pays-Bas pour déterminer les risques dus au fendillement de l'émail, aux soudures au cadmium et aux phénomènes bactériologiques du stockage de l'eau à température relativement basse. La Commission des Communautés Européennes signale elle aussi qu'elle étudie les problèmes de l'eau chaude.

L'Institut norvégien de recherche sur l'eau vient de terminer une étude sur les risques de contamination de l'eau par les métaux lourds et les raccords de tuyauterie soudés. Les mesures effectuées dans le cadre de cette étude montrent que les craintes d'empoisonnement sont exagérées.

Consommation d'énergie de divers types de chauffe-eau

Tableau II

Période	Gaz avec ballon de stockage (kWh)	Chauffe-eau à gaz instantané (kWh)	Chauffe-eau électrique à accumulation (kWh)
Été (7 mois)	7228	4340	1708
Hiver (5 mois)	2544	2660	1568
Total annuel	9772	7000	3276

Coût de l'énergie de chauffage de l'eau sanitaire

Tableau III

Système de production d'eau chaude	Chaudière au fuel avec ballon à accumulation de 150 l		Chauffage électrique avec ballon à accumulation de 400 l à proximité du point de consommation	Ballon d'accumulation de 300 l chauffé par PAC
	avec bouclage	sans bouclage		
RF d'Allemagne DM/100 l	2,45	1,44	1,50	1,52
Danemark dkr/100 l	8,30	4,25	5,87	5,40
Norvège nkr/100 l	-	3,95	~2,2	-
Pays-Bas hfl/100 l	1,26	1,04	2,17	-
Royaume-Uni £/100 l	-	-	0,40	0,35
Belgique bfr/100 l	37,6	21,2	21,8	29,3
Irlande Ir£/100 l	-	-	0,28	0,35
France FF/100 l	-	-	2,05	3,43



CH-Patent angemeldet

# **SYMALIT** bringt ein **neues**

## **Kabelschutzrohr mit Längsverschluss!**

Formfester, kreisrunder Bauteil aus Spezial-Polyäthylen.

Drallfreie, biegsame Baulängen von 5 und 10 m.

Eignet sich besonders für den nachträglichen Schutz  
von verlegten Kabeln.

Abmessungen:



bisher



Einfaches und schnelles Öffnen und Schliessen über die ganze Baulänge mit korrosionsfesten, unverlierbaren Rohrverschlussbolzen.

neu

Einteiliges, verlegefreundliches System ohne Zubehör wie Rohrbinder, lose Profile und Klammern.



bisher



Besondere Verbindungsmuffen mit spez. Verschlusssteil für mühelose Handhabung.



Rasches und rationelles Einlegen des Kabels und Schliessen des Rohres in einem einzigem Arbeitsgang.

**SYMALIT**<sup>®</sup>

### Coût de la production d'eau chaude dans une maison individuelle en Suisse

Points de prélèvement d'eau: 1 évier, 2 lavabos, 1 double lavabo, 1 bain, 2 douches

Distribution d'eau chaude sans bouclage sauf dans le premier exemple

Famille de 4 personnes consommant en moyenne 35 l d'eau chaude par personne et par jour (60 °C), soit 2 kWh par personne et par jour, ce qui correspond à une consommation annuelle globale de 3000 kWh

Les rendements sont déterminés empiriquement et, dans le cas des pompes à chaleur, concernent l'énergie de chauffage supplémentaire

Tableau IV

Système de production d'eau chaude	Chaudière au fuel avec ballon à accumulation de 150 l		Chauffage électrique avec ballon à accumulation de 400 l à proximité du point de consommation	Ballon d'accumulation de 300 l chauffé par PAC <sup>2)</sup>
	avec bouclage	sans bouclage		
Energie utile nécessaire (4 personnes) en kWh/an	3000	3000	3000	3000
Rendement du chauffage	0,6	0,6	0,88	0,9
Rendement de la distribution	0,62	0,8	0,94	0,94
Rendement annuel du système	0,37	0,48	0,83	0,85
Consommation effective en kWh/an	8110	6250	3610	3529 : 3 = 1180
Coût initial (équipement et installation) en frs	9247	8500	7112	9359
Subvention gouvernementale (25%) <sup>1)</sup> en frs	-	-	-	-
Coût initial après subvention en frs	9247	8500	7112	9359
Coût d'investissement en frs/an	7,45%/689	7,45%/633	6,65%/473	10%/936
Entretien et réparations en frs/an			117	160
Coûts fixes annuels en frs/an	950	894	590	1096
Coûts d'énergie spécifiques en frs/kWh	0,062	0,062	0,064 a)	0,064 a)
Coûts d'énergie annuels en frs/an	503	388	231	76
Coût annuel total en frs/an	1453	1282	821	1172
Coût spécifique total en frs/100 l	2,91	2,56	1,64	2,34

Observations: Les coûts d'énergie spécifiques indiqués sont des valeurs arrondies. Pour le fuel, ils sont établis sur la base d'un coût de 70 frs./100 kg.

<sup>1)</sup> Ce montant peut être supérieur par le jeu des réductions d'impôts

a) Uniquement tarif de nuit pour la charge

<sup>2)</sup> PAC: Pompe à chaleur

## 5. Conclusions

1. Il existe peu de données techniques sur l'utilisation effective de l'eau, sur les systèmes de distribution et sur le rendement des chaudières dans la pratique.

2. Les débouchés pour le chauffage électrique de l'eau en été sont importants dans les habitations où la chaudière de chauffage est utilisée à cette fin avec un rendement de 15 à 40%.

3. Les pompes à chaleur air-eau destinées à la production d'eau chaude sanitaire se développent rapidement en République fédérale d'Allemagne. Ce type de chauffage est encouragé par le Gouvernement qui accorde des réductions d'impôt ou des subventions

4. Il n'existe pas de tests d'hygiène spécifiques pour les installations d'eau chaude sanitaire.

### Références

[1] M. A. van Helden (Pays-Bas). «Production d'eau chaude sanitaire par l'électricité dans treize pays européens». Congrès de Varsovie: 11-15 Juin 1979. Document d'Etudes 70/D.1.