

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

**Band:** 75 (1984)

**Heft:** 4

**Artikel:** La production collective d'eau chaude sanitaire dans les immeubles d'habitation : procédés électriques en relevé des combustibles pendant les périodes d'été

**Autor:** Quemener, Y.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-904363>

### **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:** 06.10.2024

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

# La production collective d'eau chaude sanitaire dans les immeubles d'habitation – Procédés électriques en relevé des combustibles pendant les périodes d'été

Y. Quemener

*Cette communication présente les comparaisons entre les systèmes actuels de production d'eau chaude sanitaire, chaufferies d'ilôts ou d'immeuble, et les différentes solutions électriques possibles, biénergie collective ou monoénergie individuelle. Les comparaisons sont établies sur la base de nombreux critères, énergétiques ou financiers, qui font ressortir l'intérêt de l'utilisateur ou celui de la collectivité.*

*Ces bilans font apparaître un net avantage pour les solutions biénergie, tant pour l'utilisateur qui récupère son investissement sur une durée de deux à quatre ans, que pour la collectivité qui en retire un bilan global actualisé minimal et un coût en devises nettement inférieur à celui de toutes les autres solutions, exception faite toutefois de l'eau chaude individuelle électrique pour ce dernier critère.*

*Es werden die üblichen Systeme der Warmwassererzeugung durch Quartier- oder Einzelgebäudeheizung mit verschiedenen elektrischen Lösungen auf Basis bivalenter Kollektiv- oder monovalenter Einzelanlagen verglichen. Der Vergleich wird anhand zahlreicher Kriterien energetischer oder finanzieller Art durchgeführt, die sich aus dem Interesse des Benützers oder der Allgemeinheit ergeben.*

*Diese Gegenüberstellungen zeigen einen klaren Vorteil der bivalenten Lösungen, und zwar sowohl für den Verbraucher, dessen Investitionen sich innerhalb von zwei bis vier Jahren bezahlt machen, als auch für die Allgemeinheit, die durch insgesamt minimale Kosten profitiert sowie durch die niedrigsten Devisenaufwendungen gegenüber allen anderen Lösungen, mit Ausnahme der individuellen elektrischen Warmwassererzeugung bei dem zuletzt genannten Kriterium.*

## Adresse de l'auteur

Y. Quemener, Electricité de France, Service d'Etudes et de la Promotion de l'Action Commerciale, 2, rue Louis-Murat, F-75384 Paris

## 1. Introduction

Dans de nombreux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, la fourniture de l'eau chaude sanitaire est assurée par un procédé de production centralisé en association avec le chauffage des locaux. En dehors de la saison de chauffage, les rendements de ces procédés sont faibles; le recours à une solution électrique plus performante est alors intéressant; cet intérêt est encore renforcé par le faible coût de l'électricité en période d'été.

En France, l'électricité d'été est d'ores et déjà facturée à un prix inférieur à celui du fioul et du gaz. Le phénomène s'accroîtra encore dans un avenir proche grâce à l'évolution rapide du parc de production vers un recours de plus en plus important à l'énergie nucléaire. Ainsi en 1985, on peut envisager un coût hors taxe du kWh de 8 à 15 ct. pour l'électricité d'été selon le poste tarifaire, de 16 ct. pour le fioul lourd, de 27 ct. pour le fuel domestique, 18 ct. pour le gaz (en centimes 1982).

La valeur relative de ces coûts suffit à elle seule à justifier l'intérêt de l'utilisation de l'électricité pendant les périodes d'été en association avec des énergies fossiles dans des systèmes biénergie.

Cet intérêt peut encore être renforcé par les performances élevées des systèmes électriques qui permettent par une amélioration des rendements de diminuer notablement les consommations énergétiques. C'est le cas de la production d'eau chaude sanitaire lorsque celle-ci est assurée par des systèmes collectifs: on a alors à la fois «économie d'énergie» et «utilisation d'énergie à faible coût». Cette communication se propose de chiffrer l'intérêt de l'utilisation de l'électricité pendant l'été pour la production d'eau chaude sanitaire sous l'aspect énergétique et financier tant pour l'utilisateur que pour la collectivité.

Sur les 21 millions de logements qui forment le parc résidentiel français, 3 millions sont alimentés en eau chaude sanitaire à partir d'une production collective, la majorité d'entre eux utilisent le fuel. A ce marché, il faut ajouter tout le secteur des bâtiments tertiaires, en particulier le tertiaire d'hébergement: collectivités, santé, hôtellerie.

## 2. Les procédés

Les installations collectives de production d'eau chaude sanitaire peuvent être classées suivant leur degré de centralisation. On pourra ainsi distinguer:

- Les chaufferies d'immeuble, dans lesquelles la ou les chaudières fournissent à la fois le chauffage et l'eau chaude. En général, un ballon de stockage, d'une capacité de l'ordre de 60 litres par logement, contient une réserve d'eau à une température de 60 °C et alimente une boucle de distribution en circulation permanente. On trouve aussi mais plus rarement des productions instantanées, sans ballon de stockage, et parfois des chaudières particulières pour la seule production d'eau chaude sanitaire. Les énergies utilisées dans les chaufferies d'immeuble sont essentiellement le fuel domestique (FOD) et le gaz de réseau.
- Les chaufferies d'ilôt ou chaufferies urbaines. Dans ce cas, une chaufferie centrale distribue l'énergie à des sous-stations, en général au niveau de l'immeuble, grâce à un réseau d'eau chaude surpressée à haute température (couramment 140 à 180 °C). Les sous-stations sont des échangeurs qui différencient les fonctions chauffage et production d'eau chaude, cette dernière étant en général assurée par l'intermédiaire d'un ballon de stockage et d'une boucle de circulation.

Les énergies utilisées sont très nombreuses, on rencontre souvent le fuel lourd (FOL) et le charbon, mais aussi les résidus urbains, etc.

Pendant l'été, ou plutôt hors saison de chauffage<sup>1)</sup>, les installations ne fonctionnent que pour la fourniture d'eau chaude sanitaire et la totalité des pertes sont à imputer à ce service. On trouve tout d'abord des pertes à la production, pertes à la chaudière dont le rendement se détériore lorsque celle-ci fonctionne à faible charge. Mais les pertes qui prennent le plus d'importance sont les pertes d'attente du réseau de transport lorsqu'il existe; en effet, bien que la température de ce réseau soit réduite en été, ces pertes correspondent à une fourniture 3 à 5 fois plus faible qu'en hiver. Pour être complet, il faut ajouter les pertes de distribution, de la boucle en circulation, mais dont la valeur, toujours imputable à l'eau chaude, ne varie pas avec la saison.

Les solutions électriques consistent à ramener la production de l'eau chaude au niveau du ballon de stockage existant (éventuellement augmenté en volume), grâce à des thermoplongeurs, ou mieux grâce à une chaudière électrique placée sur l'épingle alimentant le ballon; on évite ainsi de toucher au ballon, et surtout, la chaudière est alimentée en eau traitée, ce qui évite corrosion et entartrage.

Deux solutions sont possibles:

- soit un fonctionnement permanent, la chaudière électrique est alors alimentée en continu et commandée par le thermostat du ballon. L'investissement est alors réduit à la pose de cette chaudière, de sa régulation et de son alimentation électrique; aucune autre modification n'est alors nécessaire ni sur le stockage ni sur le réseau de distribution. Les expérimentations actuelles permettent d'évaluer le coût d'installation à 1000 FF TTC (toutes taxes comprises) par logement.
- soit un fonctionnement exclusif d'heures creuses. Le stockage n'est plus alors suffisant car il faut environ 100 à 120 litres par logement. De plus, pour ne pas nuire à la stratification de l'eau dans les ballons, il faut revoir la boucle de distribution

qui ne doit plus recirculer dans les stockages, ce qui nécessite un réchauffeur pour la boucle. L'investissement est alors doublé: environ 2000 FF TTC par logement d'après les premières réalisations.

Pour effectuer les comparaisons énergétiques et financières, on a considéré un bâtiment existant de 25 logements consommant chacun 35 m<sup>3</sup>/an d'eau chaude à 60 °C soit 14 m<sup>3</sup> pendant la période dite d'été, du 1er mai au 31 octobre. Les solutions rencontrées pour la fourniture de l'ECS (eau chaude sanitaire) à ces 25 logements sont:

- la sous-station alimentée par une chaufferie centrale et un réseau de transport (énergie FOL ou charbon),
- la chaufferie d'immeuble (énergie FOD ou gaz naturel),
- l'électricité collective (en fonctionnement permanent ou exclusif d'heures creuses),
- l'électricité individuelle.

Les chiffres retenus pour cette étude sont issus des résultats de réalisation sur lesquelles ont été effectuées de nombreuses mesures par Electricité de France et les exploitants de chauffage.

### 3. Comparaisons énergétiques

#### 3.1 Rendements

L'analyse des mesures effectuées sur de nombreuses opérations a permis d'appréhender la cascade des rendements, de la production à l'utilisation. On s'aperçoit que les systèmes centralisés sont fortement touchés par les pertes de transport. Le premier tableau fournit les valeurs des rendements d'été nécessaires à la comparaison avec les solutions biénergie. Dans le tableau Ibis figurent les rendements moyens annuels permettant de mettre en regard les solutions monoénergie.

Le rendement de distribution adopté peut paraître faible, c'est cependant celui qui est observé couramment sur des installations datant de quelques années pour lesquelles on s'est peu soucié des problèmes de calorifuge; les performances globales s'en ressentent. Notons que sans être très élevé (36%) le rendement global d'été de la solution biénergie est le double de celui d'une production centralisée (18%) mais la moitié seulement de celui du procédé électrique individuel (75%).

Rendements d'été des procédés de production d'eau chaude sanitaire (en %)

Tableau I

	Chaufferie d'îlot	Chaufferie d'immeuble	Electricité collective
Production	70	60	90
Transport	65	-	-
Distribution	40	40	40
Global	18	24	36

Rendements moyens annuels des procédés de production d'eau chaude sanitaire (en %)

Tableau Ibis

	Chaufferie d'îlot	Chaufferie d'immeuble	Electricité collective
Production	75	68	75
Transport	80	-	-
Distribution	40	40	-
Global	24	27	75

#### 3.2 Consommations énergétiques

La hiérarchie des systèmes en ce qui concerne l'énergie consommée par l'utilisateur est directement fonction des rendements. L'électricité individuelle devance l'électricité collective elle-même largement plus avantageuse que les solutions utilisant les énergies fossiles dont l'intérêt décroît avec le degré de centralisation (tab. II et II bis).

Consommations d'énergie pendant l'été des procédés de production d'eau chaude sanitaire

Tableau II

	Chaufferie d'îlot	Chaufferie d'immeuble	Electricité collective
Consommation (kWh)	4333	3250	2167
soit charbon (kg)	559	-	-
soit FOL (kg)	373	-	-
soit FOD (l)	-	325	-
soit gaz (kWh PCS)	-	3608	-
Energie primaire (kep)	373	280	542

PCS = Pouvoir Calorifique Supérieur  
kep = Kilogramme équivalent pétrole

<sup>1)</sup> Il n'est pas question ici des procédés de production d'eau chaude sanitaire associés à des systèmes biénergie du type «Pompe à chaleur en relève de chaudière à combustible».

Consommations annuelles d'énergie des procédés de production d'eau chaude sanitaire

Tableau II bis

	Chaudière		Electricité individuelle
	d'îlot	d'immeuble	
Consommation (kWh)	8230	7147	2599
soit charbon (kg)	1062	-	-
soit FOL (kg)	708	-	-
soit FOD (l)	-	715	-
soit gaz (kWh PCS)	-	7934	-
Energie primaire (kep)	708	615	650

On peut juger de la qualité de la substitution des solutions électriques aux énergies fossiles par la valeur du coefficient  $\gamma$  de substitution, rapport de la diminution de consommation de combustible en thermies à l'accroissement de la consommation électrique en kWh. On a:

Electricité collective/ chaudière d'îlot	$\gamma = 1,72 \text{ th/kWh}$
Electricité collective/ chaudière d'immeuble	$\gamma = 1,29 \text{ th/kWh}$
Electricité individuelle/ chaudière d'îlot	$\gamma = 2,72 \text{ th/kWh}$
Electricité individuelle/ chaudière d'immeuble	$\gamma = 2,36 \text{ th/kWh}$

1 thermie (th) = 1000 kcal

### 3.3 Energie primaire

Le classement des solutions est totalement bouleversé l'orsqu'il prend en compte l'énergie consommée. En effet, le ratio utilisé pour convertir l'électricité en énergie primaire est de 2,5 thermies par kilowatt-heure, ce qui revient à multiplier par 2,9 les consommations de l'utilisateur.

On observe alors un regroupement de tous les procédés étudiés hormis les solutions électriques collectives plus gaspilleuses selon ce critère (tab. II et II-bis).

### 3.4 Contenu en énergie (en combustibles)

Les contenus en combustibles primaires de l'énergie dépensée pour produire l'eau chaude d'un logement figu-

Contenu en combustible de la production annuelle d'eau chaude pour un logement (en tonnes équivalent pétrole)

Tableau III

	Chaudière d'îlot		Chaudière d'immeuble		Electricité collective		Electricité individuelle
	charbon	FOL	FOD	Gaz	8 h	24 h	
Hydrocarbures	-	0,71	0,62	0,62	0,33	0,33	0,06
Charbon	0,71	-	-	-	0,11	0,12	0,20
Nucléaire	-	-	-	-	0,43	0,42	0,39

rent dans le tableau III. (Hypothèses de développement de la consommation française d'électricité: 415 TWh en 1990. Mise en service du procédé en 1985.)

On observe immédiatement le gain obtenu grâce aux solutions électriques sur la consommation en hydrocarbures (l'électricité d'été ne contient pas de pétrole), le bilan de la solution électrique individuelle étant de beaucoup le meilleur tant sur le plan du niveau global que de la répartition entre les combustibles primaires.

## 4. Comparaisons financières

Dans tout ce qui suit, les comparaisons sont effectuées en francs français constants de 1982 pour une installation mise en service en 1985. Des dérives modestes du coût des combustibles ont été prises en compte: 2% pour le charbon et 3% pour les fuels et le gaz. Les bilans globaux sont actualisés au taux de 9% sur une période de 12 années.

### 4.1 Investissement

Dans toute la suite, on a considéré que la solution énergie fossile existe, c'est-à-dire qu'il n'y a aucun investissement à lui imputer. L'étude porte donc sur la substitution de l'électricité à une énergie fossile, ce qui réclame une modification des installations chiffrée à:

- 1000 FF TTC pour l'électricité collective à alimentation permanente
- 2000 FF TTC pour l'électricité collective d'heures creuses
- 5000 FF TTC pour l'électricité individuelle (y compris les modifications de plomberie).

### 4.2 Coût pour l'utilisateur

Les tableaux IV et IVbis montrent les fortes variations des coûts d'énergie selon les procédés: pour la seule période d'été, ces coûts peuvent varier dans un rapport 3. Les solutions électriques et charbon étant de loin les plus intéressantes.

Coûts pour l'utilisateur pendant l'été des procédés de production d'eau chaude sanitaire (en FF)

Tableau IV

	Chaudière d'îlot		Chaudière d'immeuble		Electricité collective	
	charbon	FOL	FOD	Gaz	8 h	24 h
Coût de l'énergie en 1985	392	759	888	631	325	329
Bilan global actualisé	3136	6421	7512	5338	4327	3356

Coûts annuels pour l'utilisateur des procédés de production d'eau chaude sanitaire (en FF)

Tableau IVbis

	Chaudière d'îlot		Chaudière d'immeuble		Electricité individuelle
	Charbon	FOL	FOD	Gaz	
Coût de l'énergie en 1985	744	1 442	1 953	1 389	975
Bilan global actualisé	5 952	12 200	16 522	11 750	11 981

*Temps de retour en années de la solution électrique par rapport à la solution énergie fossile*

Tableau V

	Chaufferie d'ilôt		Chaufferie d'immeuble	
	Charbon	FOL	FOD	Gaz
Electricité 8 h collective	grand	4,6 ans	3,6 ans	6,6 ans
Electricité 24 h collective	grand	2,3 ans	1,8 ans	3,3 ans
Electricité individuelle	sans intérêt	10 ans	5 ans	12 ans

Au regard du bilan actualisé, les solutions d'électricité collective d'été sont toujours avantageuses si ce n'est par rapport aux procédés «charbon». L'utilisateur pourra donc décider la conversion à l'électricité d'été dans tous les cas où la chaufferie centrale ou d'immeuble utilise une énergie autre que le charbon. La solution électrique la meilleure est celle de l'alimentation permanente, moins chère d'investissement et de coût d'exploitation identique à celui de la solution «accumulation en heures creuses».

Les temps de retour sont particulièrement attractifs comme le montre le ta-

bleau V, en particulier pour la solution dite 24 heures: deux à trois ans lorsque l'énergie utilisée initialement est autre que le charbon.

On remarque par contre que la solution électrique individuelle ne peut être raisonnablement envisagée par l'utilisateur étant donné la lourdeur de l'investissement.

#### 4.3 Coût pour la collectivité

Le classement des solutions selon leur coût pour la collectivité ne montre pas de distorsions par rapport à l'intérêt de l'utilisateur. Les valeurs dans le ta-

bleau VI sont les coûts globaux actualisés sur 12 étés et sur 12 années pleines à partir de 1985.

#### 4.4 Coût en devises

Ce critère de comparaison des solutions de production d'eau chaude est, associé au coût pour la collectivité, d'une grande importance pour connaître l'intérêt national; en effet ce que paie globalement la collectivité est réparti principalement en main d'œuvre nationale et en achats à l'étranger.

Le tableau VII montre l'avantage que retire l'économie du pays par le choix d'une solution électrique en 1985 sur une période de 12 années correspondant à la durée de vie des matériels.

Les solutions électriques collectives marquent à ce point de vue un très net avantage réclamant pour le pays près de deux fois moins de devises que les procédés utilisant le charbon<sup>1)</sup>, trois fois moins que les solutions gaz et cinq fois moins que les chaufferies fuel.

## 5. Conclusions

Passer en revue les nombreux critères qui permettent le meilleur choix pour le particulier ou pour la collectivité peut paraître fastidieux. Cette analyse est cependant nécessaire pour connaître les répercussions économiques des différentes stratégies énergétiques possibles.

Pour la production d'eau chaude sanitaire, lorsque celle-ci est actuellement assurée par une solution collective, il ressort que l'utilisateur aura avantage à modifier dès à présent ses installations afin de substituer l'électricité, pendant la période d'été, aux combustibles fossiles, exception faite toutefois du charbon.

Une conversion à cette technique «eau chaude électrique d'été» des seules chaufferies alimentées en fuel amènerait grâce à la consommation d'environ 4 TWh d'électricité une économie annuelle de 0,5 à 0,6 million de tonnes d'équivalent pétrole correspondant à 1 milliard de francs français par an de devises.

<sup>1)</sup> On a considéré que le charbon utilisé provient pour moitié de l'étranger.

*Bilans actualisés pour la collectivité pour la production d'eau chaude d'un logement (en FF)*

Tableau VI

		sur l'été	sur l'année pleine
Chaufferie d'ilôt	charbon	2 667	5 061
	FOL	5 460	10 374
Chaufferie d'immeuble	FOD	5 784	12 722
	Gaz	4 539	9 991
Electricité collective d'été	8 h	4 000	-
	24 h	3 653	-
Electricité individuelle		-	9 185

*Coût en devises sur 12 ans non actualisé de la production d'eau chaude pour un logement (en FF)*

Tableau VII

		sur l'été	sur l'année pleine
Chaufferie d'ilôt	charbon	2 589	4 932
	FOL	9 432	17 900
Chaufferie d'immeuble	FOD	7 986	17 564
	Gaz	5 227	11 490
Electricité collective	8 h	1 497	-
	24 h	1 710	-
Electricité individuelle		-	3 738