

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: 65 (1974)

Heft: 23

Artikel: Perspectives techniques et économiques du chauffage à distance en Suisse, compte tenu de l'énergie nucléaire

Autor: Zangger, C. / Helbling, W. / Leimer, H.J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915472>

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: 27.01.2026

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

3. Folgerungen

An einer Schlußsitzung wurden einige wichtige Aspekte hinsichtlich der künftigen Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung behandelt.

Aus der Tatsache, dass der Pro-Kopf-Verbrauch in den USA heute etwa fünfmal grösser ist als der weltweite Durchschnittsverbrauch, sowie aus dem Umstand, dass sich bis zum Jahre 2000 die Weltbevölkerung wahrscheinlich nahezu verdoppeln wird, darf nicht geschlossen werden, dass die Notwendigkeit besteht, im Jahre 2000 einen Energieverbrauch zu decken, der etwa zehnmal grösser ist als der heutige. Eine Abschätzung der künftigen Bedarfsentwicklung muss Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen, in der Wirtschaftsstruktur, aber auch Änderungen in den Gewohnheiten der Verbraucher in Betracht ziehen. Bei der Beurteilung der Möglichkeiten einer zukünftigen Bedarfsdeckung spielen neben den technologischen Fähigkeiten auch menschliche und finanzielle Aspekte eine grosse Rolle. Berücksichtigt man diese Faktoren, so kommt man zum Schluss, dass in der gegenwärtigen Phase die Priorität eindeutig auf der sparsamen Verwendung der heute zur Verfügung stehenden

Energieformen liegt und dass mittelfristig mit einem gegenüber heute wesentlich erhöhten Beizug der Kohle als Grundstoff für synthetische gasförmige und flüssige Brennstoffe zu rechnen ist. Der Anteil der Kernenergie wird laufend wachsen, und es kann erwartet werden, dass mit dem Beginn des nächsten Jahrhunderts jene Phase eingeleitet wird, in der die Bedarfsdeckung im wesentlichen durch die Ausnützung der Sonnenenergie und der Fusionsenergie in Kernreaktoren erfolgt.

Eine bedeutende Rolle bei diesen Umstellungen kommt der Forschung und Entwicklung zu, der nicht nur die Aufgabe zufällt, das notwendige technologische Instrumentarium bereitzustellen, sondern die sich in zunehmendem Masse damit befassen muss, die Einflussnahme der menschlichen Aktivitäten im Energiesektor auf das Ökosystem zu untersuchen.

Adresse der Autoren:

P. Kraft, Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz; Direktor der Elektrowatt AG, 8022 Zürich.

Dr. R. Boesch, dipl. Phys. ETH, Elektrowatt, Ingenieurunternehmung AG, 8022 Zürich.

Perspectives techniques et économiques du chauffage à distance en Suisse, compte tenu de l'énergie nucléaire

(Extrait d'un rapport présenté à la 9^e Conférence Mondiale de l'Energie)

Par C. Zanger, W. Helbling et H. J. Leimer

Par l'importance croissante du chauffage à distance, l'Office fédéral de l'économie énergétique a fait procéder en 1970 à une étude sur le chauffage urbain. Le rapport suivant, présenté à la Conférence mondiale de l'énergie à Detroit, discute entre autres quelques résultats de l'étude touchant à l'économie d'exploitation du chauffage à distance; en particulier l'utilisation de la chaleur résiduelle des centrales nucléaires.

1. Le rôle du chauffage à distance en Suisse

Il existe actuellement dans les grandes villes de Suisse six grands réseaux de chauffage à distance, couvrant à peu près 2 % des besoins calorifiques suisses pour le chauffage des locaux et la préparation d'eau chaude. Le chauffage à distance a donc pris en Suisse, à l'inverse d'autres pays aux conditions climatologiques analogues, une extension assez faible. Cela proviendrait principalement des conditions locales suivantes:

– En Suisse, l'électricité était produite jusqu'alors dans des centrales hydrauliques, et par conséquent l'intérêt pour une combinaison chaleur-force était inexistant. Le chauffage individuel au mazout s'est par là-même fortement développé.

– De plus il n'existe pas, comme à l'étranger, d'importantes régions à fortes densités calorifiques, ouvrant un marché pour le chauffage à distance.

Die zunehmende Bedeutung der Fernheizung hat das Eidgenössische Amt für Energiewirtschaft im Jahre 1970 veranlasst, eine Studie über die Städtefernheizung ausarbeiten zu lassen. Der folgende Bericht, welcher der Weltenergiekonferenz von Detroit vorgelegt worden ist, fasst unter anderem einige Ergebnisse dieser Studie über die Wirtschaftlichkeit des Betriebs von Fernheizanlagen, insbesondere in bezug auf die Verwendung der Abwärme aus Kernkraftwerken, zusammen.

– Durant la phase initiale, les réseaux de chauffage à distance demandent d'importants investissements, de sorte qu'ils ne deviennent rentables même dans les conditions les plus favorables, qu'au bout de plusieurs années et ce lorsque la chaleur fournie a suffisamment augmenté avec l'accroissement du nombre des abonnés. Pour cette raison, le chauffage à distance ne présente guère d'intérêt pour les entreprises privées et reste plutôt du ressort des communes. Cependant les finances de celles-ci sont en majeure partie déjà surchargées par d'autres obligations.

La nécessité d'assurer l'approvisionnement en combustible et le souci de protéger l'environnement soulèvent depuis quelques temps en Suisse une attention toujours accrue. Ces considérations peuvent pour les raisons sous-mentionnées contribuer à l'essor du chauffage à distance.

80 % des habitations et des places de travail sont équipées de chauffage individuel au mazout et leur consommation en combustibles atteint environ 40 % des besoins suisses en énergie brute, et sont couverts à 80 % par le pétrole brut, importé pour trois quarts du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord.

En accroissant la diversité des combustibles, nous serions en mesure d'assurer l'approvisionnement de ces derniers; et le chauffage à distance permet cette diversification, car les centrales productrices de chaleur peuvent s'adapter facilement à l'emploi d'autres combustibles tels que le gaz ou le charbon. De plus en couplant la production d'énergie électrique et calorifique dans les centrales chaleur force le chauffage à distance contribue à l'économie énergétique. En outre il permet non seulement l'exploitation de la chaleur issue des usines d'incinérations d'ordures ménagères, mais aussi de mettre à profit la chaleur résiduelle des centrales nucléaires (cette application soulève des problèmes qui seront exposés par la suite).

D'autre part, le chauffage à distance contribue largement à la protection de l'environnement:

- Grâce à une technique hautement perfectionnée des installations, équipées de filtres à fumées de grande efficacité et soumises à un contrôle permanent par un personnel qualifié, les émissions de cendres ou de combustibles imbrûlés sont réduites au minimum.

- Une haute cheminée, assurant une meilleure dilution des émissions de gaz dans l'atmosphère, remplace les nombreuses cheminées, qui dépassent de peu le niveau des toits.

- Les risques d'accidents par fuites d'huile sont fortement réduits en raison de la réduction du nombre de réservoirs à mazout et de leur manutention, ainsi que par un contrôle permanent.

- Le chauffage à distance permet dans certains cas l'emploi de l'énergie nucléaire, permettant ainsi d'éviter surtout les émissions d'oxydes sulfureux et azotés.

Ces considérations ont sans doute participé à augmenter

l'intérêt grandissant en Suisse pour le chauffage à distance, qui se traduit par l'apparition de nombreux projets pour la construction à longue échéance de réseaux de chauffage à distance, dont certains sont fort importants.

2. Etude des possibilités techniques et économiques du chauffage urbain

Par l'importance croissante du chauffage à distance suscitée par l'effort à assurer l'approvisionnement en combustibles et à protéger l'environnement, l'Office fédéral de l'économie énergétique a fait procéder en 1970 à une étude sur le chauffage urbain ¹⁾.

Les chapitres suivants discutent quelques résultats de l'étude touchant à l'économie d'exploitation du chauffage à distance; en particulier l'utilisation de la chaleur résiduelle des centrales nucléaires.

Toutes indications concernant les coûts se réfèrent aux prix en vigueur au début de l'année 1970. D'autre part les prix mentionnés dans les exemples se basent sur des cas théoriques qui, dans les réalisations pratiques, peuvent créer des différences importantes.

Pour déterminer les coûts de production de chaleur d'installations types, les calculs devront être effectués pour les conditions locales particulières.

3. Frais de production de chaleur du chauffage individuel au mazout

Il est tout à fait logique de choisir, comme grandeur de comparaison pour examiner l'économie du chauffage à distance, les frais de production de chaleur du chauffage individuel au mazout. C'est pourquoi les chiffres cités comprennent tous les éléments formant le coût du chauffage, y compris la part du volume de construction occupée par l'installation elle-même et par le réservoir de mazout.

Les frais de production de chaleur du chauffage individuel au mazout dépendent en premier lieu de la grandeur de l'installation, du prix du combustible et du type de bâtiment.

¹⁾ Un extrait de cette étude a été publié en pages 448...460 du Bulletin ASE/UCS 65(1974)6.

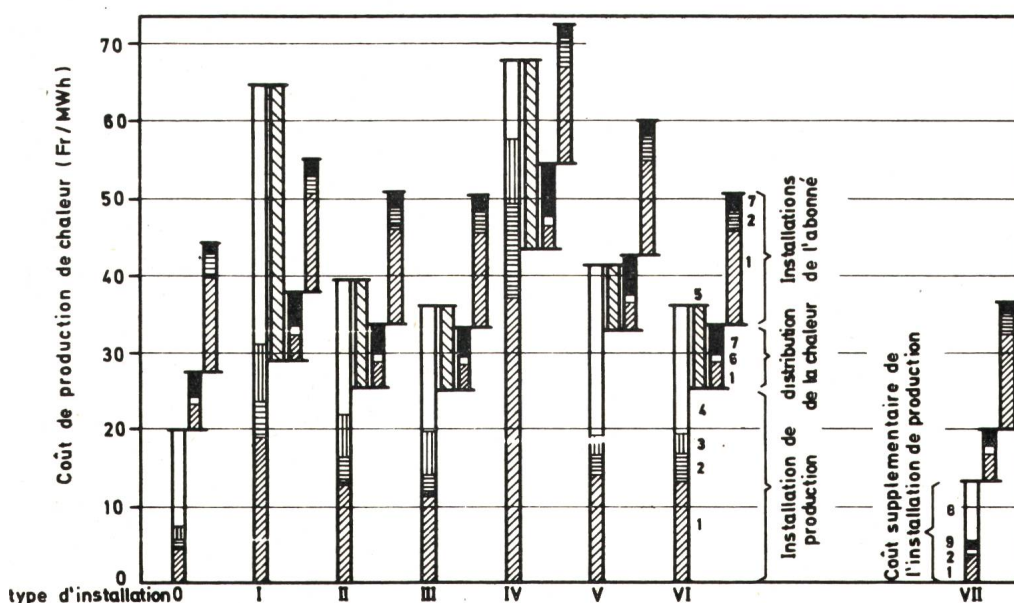


Fig. 1
Répartition des coûts de production de chaleur

- 1 Intérêts et amortissement des installations
- 2 Entretien et assurances
- 3 Personnel
- 4 Combustible
- 5 Revenu de la vente d'énergie électrique
- 6 Entretien et assurances, personnel, besoin en énergie
- 7 Pertes
- 8 Coûts dus à la perte des revenus à la suite de la diminution de la puissance et de la production d'énergie électrique
- 9 Combustible pour la couverture des besoins de pointe

4. Frais de production de chaleur pour le chauffage à distance pour divers modes de production thermique

Huit installations de production de chaleur, ayant fait leurs preuves dans la pratique, ont été étudiées:

Type d'installation 0: Centrale destinée uniquement à la production de chaleur dans des chaudières à eau surchauffée et sans production d'énergie électrique.

Type d'installation I: Installation à vapeur à haute pression (190 bar) et à résurchauffe (540 °C) utilisant des combustibles fossiles et comprenant des turbines à condensation et à soutirage. L'exploitation est supposée à charge constante (débit constant de vapeur), la chaleur résiduelle inutilisée en périodes de faible consommation en énergie calorifique étant évacuée par l'intermédiaire d'un système de refroidissement par cours d'eau.

Type d'installation II: Installation à vapeur utilisant des combustibles fossiles et comprenant des turbines à contre-pression (spécification de la vapeur à l'admission de la turbine 120 bar, 530 °C). La charge varie en proportion du besoin en énergie calorifique.

Type d'installation III: Installation à contre-pression semblable au type II, mais avec une pression d'admission de 80 bar (500 °C). La charge varie en proportion du besoin en chaleur.

Type d'installation IV: Installation à vapeur utilisant du combustible nucléaire et comprenant des turbines à condensation et à soutirage (réacteur à eau bouillante; spécification de la vapeur 65 bar 280 °C). L'exploitation est analogue à celle du type I.

Type d'installation V: Installation utilisant des combustibles fossiles et comprenant des turbines à gaz à circuit ouvert sans postcombustion et des chaudières de récupération (température des gaz à l'admission de la turbine 850 °C). La charge de la turbine est adaptée aux besoins en chaleur.

Type d'installation VI: Installation utilisant des combustibles fossiles et comprenant des turbines à gaz à circuit fermé (spécification du gaz à l'admission de la turbine 43 bar 720 °C). L'exploitation est analogue à celle du type V.

Type d'installation VII: Utilisation partielle de la chaleur provenant d'une grande centrale thermique.

Les installations des types I à VI sont des centrales chaleur-force, prévues pour couvrir le besoin maximum en énergie calorifique avec les unités productrices d'électricité. Des chaudières de réserve sont prévues pour les cas d'ennuis techniques lors de l'exploitation.

Le calcul des frais de production de chaleur dans les centrales chaleur-force soulève le problème de la répartition des coûts sur les deux produits de l'exploitation, soit la chaleur et l'énergie électrique. La méthode employée ici attribue au courant électrique la valeur de son prix courant sur le marché. Le coût de la production de la chaleur se compose des frais de production et de distribution, y compris ceux des installations chez l'abonné, diminué des recettes dues à la vente de l'énergie électrique.

La réalisation d'une installation du type VII est possible lorsque la centrale thermique, destinée essentiellement à la production d'énergie électrique, se trouve à proximité d'une agglomération. La chaleur nécessaire au chauffage de cette

agglomération peut être extraite de la centrale et amenée dans la région au moyen d'une conduite à distance. Dans la plupart des cas, la part disponible pour les besoins de chauffage représente une petite partie de l'énergie produite par la centrale thermique. Il est admis dans les calculs que l'utilisation de la chaleur n'entraîne aucune augmentation du prix de vente de l'énergie électrique. Par conséquent tous les frais supplémentaires résultants de l'emploi de la chaleur sont à supporter par les consommateurs de cette dernière. Ces frais sont non seulement ceux des installations nécessaires au soutirage de la chaleur à la centrale thermique, des chaudières de réserves, de réservoirs de mazout, etc., mais aussi ceux de l'équivalent de l'énergie électrique non produite par le fait de

Liste des paramètres

Tableau I

Paramètre	Valeur choisie pour l'exemple type
Puissance calorifique nominale de l'installation productrice de chaleur	116 MW (110 Gcal/h)
Genre d'agglomération	Immeubles locatifs (33 quartiers) Tours d'habitation (14 quartiers)
Climat	Berne (température extérieure de dimensionnement -11 °C) Durée d'utilisation de la puissance de raccordement 2140 h/an
Chaleur demandée permanente (Quote-part de puissance nominale employée par les consommateurs permanents)	9 % de la puissance nominale
Facteur de couverture des besoins de pointe	0 %
Facteur de réserve	100 %
Capacité de stockage du combustible:	
Type d'installations: 0, I, II, III, V, VI, IV, VII	1 an 0,5 an
Prix du combustible:	
Types d'installations: 0, I, II, III, VI, VII	10,3 fr./MWh (12 fr./Gcal)
V	13,8 fr./MWh (16 fr./Gcal)
IV	3,1 fr./MWh (3,6 fr./Gcal)
Prix de l'énergie électrique	3,5 ct/kWh
Température à l'aller	120 °C
Température au retour	70 °C
Annuité:	
Installation productrice de chaleur	9,2 %
Réseau de distribution et poste de raccordement chez l'abonné	8,2 %
Coût du personnel	30 000 fr./personne/an
Coût du terrain	0 fr./m²

la diminution de puissance causée par le soutirage de la chaleur.

Divers paramètres, comme le type de l'installation, la grandeur de cette dernière et de nombreux facteurs extérieurs influencent les coûts de production de chaleur. Pour un exemple type des différents coûts de production calorifique ont été calculés en choisissant pour toutes les grandeurs influentes (paramètres) des valeurs représentatives pour la Suisse (tableau I).

Les coûts de production calorifique et leurs compositions sont représentés pour les données de l'exemple type dans la fig. 1. A titre de comparaison, le coût du chauffage individuel d'un bâtiment urbain, correspondant aux bâtiments de l'exemple type, s'élève en moyenne à 44 fr./MWh (51 fr./Gcal). Les coûts du réseau de distribution de la chaleur et des postes de raccordements ne diffèrent pour les diverses installations que dans la proportion des pertes. En revanche les coûts propres de la production calorifique des divers types d'installations peuvent présenter des différences importantes. La cause principale réside dans les inégalités des frais d'investissement, des dépenses en combustible et du revenu des ventes de l'énergie électrique.

Frappant est le coût relativement bas de production calorifique de l'installation du type VII. Ceci est dû au fait que la chaleur produite provient d'une centrale thermique importante, réalisée pour une exploitation optimale à régime élevé. En outre il a été admis que la centrale se situe à la périphérie de la région consommatrice de chaleur; ce qui dans la réalité ne pourra guère être le cas. C'est pourquoi, les frais de transport de la chaleur devront être ajoutés à ce coût.

5. Influence de la distance entre une centrale thermique et la zone consommatrice de la chaleur, en cas d'utilisation partielle de l'énergie calorifique à des fins de chauffage

Le coût de la chaleur obtenue des centrales thermiques est, comme nous l'avons signalé précédemment, moindre par rapport à celui du chauffage individuel ou d'une centrale propre au chauffage à distance. Cette différence permet de couvrir les frais de transport de chaleur à partir de celle-ci

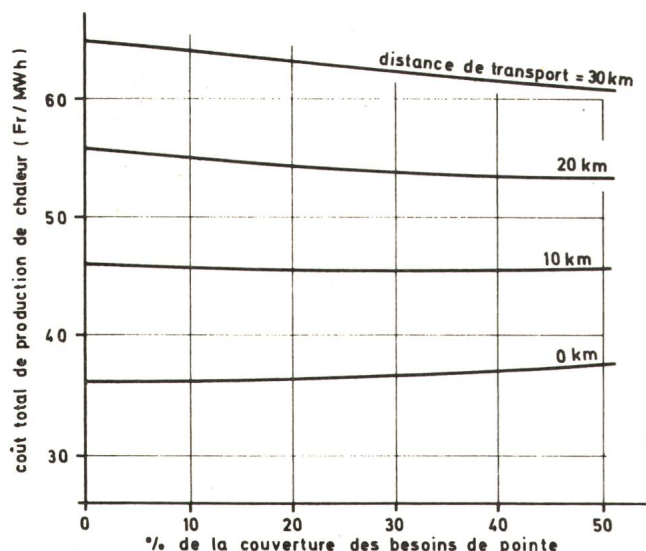


Fig. 2 Installation du type VII: Variation de la proportion de couverture des besoins de pointe pour une puissance calorifique nominale de 116 MW (100 Gcal/h)

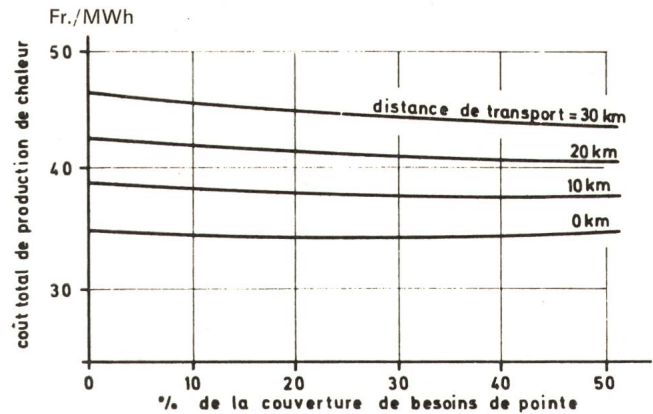


Fig. 3 Installation du type VII: Variation de la proportion de couverture des besoins de pointe pour une puissance calorifique nominale de 580 MW (500 Gcal/h)

jusqu'à la zone de consommation. Plus la différence de coût est grande, plus il sera possible d'envisager de grandes distances. A part la distance, le coût du transport dépend également de la puissance nominale de transport et du facteur d'utilisation de la capacité de transport. Il sera donc peu économique de dimensionner la conduite de transport pour les besoins calorifiques de pointe. Il s'avère plus judicieux de couvrir les pointes de consommation avec des chaudières à eau surchauffée, installées au cœur de la zone de distribution (couverture de pointe 0).

Les fig. 2 et 3 représentent pour les conditions données et respectivement pour une puissance calorifique de 116 MW (100 Gcal/h) et de 580 MW (500 Gcal/h) les frais de production calorifique en fonction du rapport de la couverture des besoins calorifiques de pointe fournis par des chaudières à eau surchauffée.

Selon toute attente, il existe un rapport optimal de couverture de pointe pour une puissance calorifique et une distance de transport données. Mais les courbes présentent un caractère si aplati, que de petits écarts de la valeur optimale n'auront pas de répercussion importante sur l'économie. Dans le cas de puissances calorifiques élevées, les plus-values des frais de production, dues aux écarts de la valeur optimale, peuvent en ordre de grandeur approcher les coûts de transport proprement dits.

On peut conclure que pour les conditions admises, l'utilisation partielle de l'énergie calorifique des grandes centrales électriques nucléaires présente, pour un domaine de puissance très étendue, la forme la plus économique de ravitaillement en chaleur. Ceci à condition que la région à approvisionner soit située à proximité de la centrale lors de faibles besoins en énergie calorifique. Dans le cas de grandes distances, il devrait être possible d'augmenter proportionnellement la puissance calorifique transportée.

6. Extension future des réseaux de chauffage à distance utilisant partiellement la chaleur des centrales thermonucléaires (type VIII)

Tous les exemples numériques cités portaient de l'hypothèse que la puissance calorifique nominale du réseau de chauffage était entièrement absorbée par les consommateurs. Toutefois, en cours de l'extension d'un réseau de distribution de chaleur, il est inévitable de devoir agrandir de temps à

autre la puissance calorifique nominale des installations de production ainsi que le réseau du chauffage à distance, qui ne sera pas immédiatement utilisé à pleine capacité.

Ce capital temporairement improductif aura donc une influence défavorable sur l'économie du chauffage à distance. Il serait possible d'améliorer le taux d'utilisation des installations nouvellement mises en service, si l'augmentation se faisait entre des intervalles de temps brefs et avec des unités relativement faibles; perdant toutefois l'avantage donné par la régression du coût spécifique des installations pour des puissances grandissantes. Aspects dont il faut tenir compte lors de projets concernant le chauffage à distance. On ne saurait renoncer à l'analyse des coûts et profits par valeurs capitalisées pour déterminer les phases optimales d'extensions. Cette méthode consiste à reporter, par le calcul des intérêts composés pour un taux donné, tous les frais d'investissement et d'exploitation, survenant sur une échelle de temps admise, au moment initial de la mise en service de la première unité. La valeur obtenue est appelée valeur capitalisée des dépenses. D'une manière analogue on obtient la valeur capitalisée des recettes. La différence entre la valeur capitalisée des recettes et celle des dépenses est appelée valeur capitale (present worth) du projet envisagé.

Le prix fixé pour l'énergie calorifique au cours de cette étude est celui qui donne une valeur capitalisée nulle. Ce prix peut être considéré comme le coût moyen dans l'espace de temps envisagé. Comme exemple d'application, nous citerons une étude se rapportant à une conception d'un chauffage à distance d'une agglomération, où il est possible de soutirer la chaleur d'une centrale nucléaire située à proximité. L'étude se propose de déterminer le moment initial de la mise en service de la conduite de transport occasionnant le coût moyen minimal de production calorifique. L'étude consiste en deux variantes, se distinguant par leurs puissances calorifiques différentes et leurs rapidités d'avancement dans la réalisation. Pour les deux variantes les besoins en chaleur augmentent annuellement aux mêmes taux et, indépendamment du raccordement à la centrale nucléaire, il faut construire une centrale de chauffe à eau surchauffée, capable de couvrir la totalité des besoins calorifiques, soit pour le cas d'une conduite de transport non encore posée, soit pour le cas permettant de disposer d'une réserve lors d'une interrup-

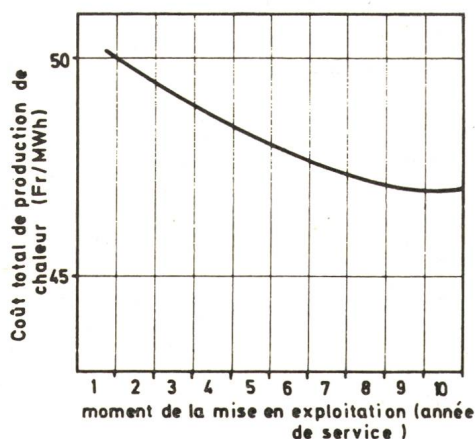


Fig. 4 Coût total de production de chaleur en fonction du moment de la mise en exploitation de la conduite de transport de chaleur

Puissance nominale de 116 MW (100 Gcal/h) à l'étape finale

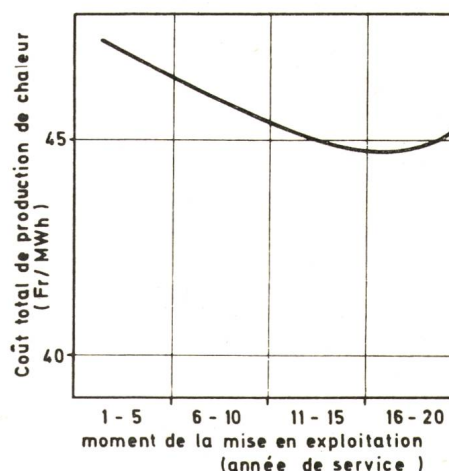


Fig. 5 Coût total de production de chaleur en fonction du moment de la mise en exploitation de la conduite de transport de chaleur

Puissance calorifique nominale de 348 MW (300 Gcal/h) à l'étape finale

tion d'exploitation de la centrale nucléaire. Le réseau de distribution et les installations productrices de chaleur ont été réalisés en trois étapes successives. La conduite de transport est établie pour une capacité de 70 % des besoins calorifiques maximums à l'état final, ce qui correspond environ à la valeur optimale. Les autres données admises sont les suivantes:

	Cas 1	Cas 2
Longueur de la conduite à distance (km)	10	10
Echelle de temps envisagé (années)	25	25
Puissance calorifique nominale de la centrale (MW [Gcal/h])	116 (100)	348 (300)
Puissance calorifique demandée par la région approvisionnée (MW [Gcal/h])	146 (126)	439 (478)
Taux d'intérêt (%)	6,5	6,5

Les fig. 4 et 5 représentent respectivement pour les deux variantes les coûts de production calorifique en fonction du moment initial de la mise en exploitation de la conduite de transport. Le moment initial n'a pas une influence déterminante sur l'économie du chauffage à distance, mais il est préférable toutefois d'établir la conduite de transport sitôt qu'elle peut être pleinement exploitée.

7. Conclusions

Comparé au chauffage individuel au mazout, le chauffage à distance présente en particulier de nombreux avantages d'ordre écologique. Dans la mesure du possible, son essor doit être, spécialement pour les régions urbaines à forte densité, énergiquement prôné. Les possibilités techniques permettraient de couvrir, par chauffage à distance, une part importante des besoins d'énergie calorifique de chauffage en Suisse.

Il existe différentes techniques, aussi bien pour les systèmes de distribution que pour ceux de production de chaleur. Le choix de la solution technique adéquate sera dicté par les conditions locales. L'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins de chauffage est techniquement possible, mais à l'heure actuelle, non économique, sauf pour le cas où le réseau exis-

tant de chauffage peut être raccordé à une centrale nucléaire située à proximité du réseau.

Une difficulté principale de la réalisation d'un projet de chauffage à distance réside dans le fait que l'infrastructure nécessite un investissement considérable pendant la phase initiale, ne permettant, même dans les conditions idéales, une exploitation rentable qu'après des années et pour un marché de chaleur ayant atteint une ampleur suffisante par le nombre croissant des raccordements. Pour cette raison le chauffage à distance devient une tâche à longue échéance, exigeant une étude préalable complète et détaillée.

La question de savoir sous quelles circonstances le chauffage à distance se montre plus économique que le chauffage individuel au mazout, ne peut être résolue d'une manière générale. En effet, les divers aspects exposés ci-après jouent un rôle prépondérant et la planification d'un chauffage à distance doit pour chaque cas tenir compte de conditions particulières.

Pour concurrencer le chauffage individuel au mazout, le chauffage à distance doit remplir quelques conditions essentielles, à savoir une étendue suffisamment grande de la région à alimenter en chaleur et un complexe de construction urbaine relativement dense. A titre indicatif, les données pour lesquelles le chauffage à distance entre en concurrence avec le chauffage individuel au mazout peuvent être évaluées en moyenne entre 20 000 à 30 000 habitants, ravitaillés en chaleur par un réseau de distribution. Ceci donne une puissance calorifique nominale de la centrale productrice de 70 à 120 MW (60 à 100 Gcal/h). La densité de population ne devrait pas être inférieure à 10 000 hab./km². De ce fait les zones essentiellement constituées de maisons familiales ne se prêtent à l'heure actuelle guère au raccordement à un réseau de distribution de chaleur.

Certaines circonstances énumérées ci-dessous favorisent l'économie du chauffage à distance en regard de celui du chauffage individuel:

- Revient plus élevé de la vente d'énergie électrique produite à l'aide d'une centrale chaleur-force.
- Création de conditions favorables à la mise en place du réseau de distribution lors de raccordements de quartiers en construction.
- Annuités faibles, c'est-à-dire un taux d'intérêt faible et un temps d'amortissement long.
- Longue durée de chauffe.
- Raccordement possible des consommateurs aux besoins calorifiques élevés (hôpitaux, industries); consommateurs nécessitant cette chaleur pendant une longue durée, pour autant qu'ils n'imposent pas une élévation importante de la température.
- Besoin d'énergie calorifique en été pour la ventilation et la climatisation.

L'installation d'un chauffage à distance peut être favorisée par la présence préalable de centrales de chauffe com-

munes pour plusieurs bâtiments. L'emploi de la chaleur issue de l'incinération des ordures ménagères peut se révéler avantageux sur le plan économique.

L'économie du chauffage à distance n'est pas le seul critère pour son implantation sur le marché; il faudra également tenir compte de ses avantages sur la protection de l'environnement. De ce fait il est plausible d'envisager un chauffage à distance, même si son coût de production de chaleur est plus élevé (dans des limites raisonnables) que le chauffage individuel.

Des exemples numériques, il ressort que les différentes installations productrices de chaleur se subdivisent en trois sous-domaines dans l'éventail des puissances étudiées. Pour un domaine de faibles puissances, la solution la plus économique est le chauffage individuel. Suit un domaine de puissances moyennes où les centrales de chauffe prennent le pas. Ce n'est que pour le domaine de puissances élevées que les centrales chaleur-force s'avèrent très avantageuses.

Si à proximité d'une agglomération urbaine se trouvait une centrale thermique de conception classique ou nucléaire, destinée en premier lieu à la production d'énergie électrique, il serait alors possible d'alimenter cette région en chaleur soutirée à la centrale et amenée jusqu'au point de consommation par une conduite. L'exploitation de cette conduite ne pourra être rentable que si le facteur d'utilisation de la capacité de transport est élevé. Pour remplir cette condition, la conduite sera posée dès que le réseau aura atteint environ 60 % de la grandeur prévue à l'état final. Pendant ce temps la chaleur nécessaire sera fournie par des chaudières à eau surchauffée, utilisant du mazout ou du gaz. Elles peuvent être conçues transportables, où elles serviront plus tard à la couverture des besoins de pointe ou d'unités de réserve en cas d'ennuis techniques de la conduite ou d'interruption de la production de la centrale.

Il est important de souligner que de petites agglomérations de puissance calorifique nominale inférieure à 180 MW (100 Gcal/h) peuvent être, pour les données de l'exemple type, alimentées d'une manière économique en chaleur d'une telle centrale, si la distance est de l'ordre de 5 à 10 km. Pour des besoins de puissances croissants (plus de 500 MW), la distance admissible peut croître jusqu'à une longueur de 30 km et plus. Cette distance admissible peut, bien entendu, croître considérablement en fonction du renchérissement du prix du combustible.

A longue échéance, il serait possible de réduire fortement la consommation suisse en huiles de chauffage en utilisant la chaleur résiduelle des centrales nucléaires.

Adresse des auteurs:

C. Zangger, sous-directeur de l'Office fédéral de l'économie énergétique, 3001 Berne.

W. Helbling, ing. dipl. EPF, Sulzer Frères S.A., Département Chaudières et Composants nucléaires, 8401 Winterthur.

H. J. Leimer, ing. dipl. EPF, Sulzer Frères S.A., Département Chauffage et Climatisation, 8401 Winterthur.