

Perspectives du chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau dans l'habitat

Autor(en): **Grivat, J.**

Objekttyp: **Article**

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 (Jahr): **69 (1978)**

Heft 7

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914860>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Perspectives du chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau dans l'habitat

Par J. Grivat

Le chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau à fonctionnement alterné offre des possibilités d'économie d'huile intéressantes dans l'habitat existant. Cette technique de chauffage est presque au point, mais elle ne permet pas encore d'atteindre systématiquement le seuil de rentabilité. Une nouvelle hausse importante du prix du mazout pourrait toutefois modifier cette situation et conduire à un développement rapide de ce mode de chauffage.

1. Introduction

Près de 2 millions de logements sont pourvus, en Suisse, d'installations de chauffage central avec chaudières à huile. La consommation totale correspondante est de l'ordre de 4 millions de tonnes de mazout léger, équivalant à quelque 170 000 TJ, soit environ 26 % du total de l'énergie secondaire (ou d'utilisation) suisse.

Pour réduire cette consommation de pétrole, diverses solutions s'offrent à nous, notamment: abaissement de la température des locaux, amélioration de l'isolation de l'enveloppe des bâtiments, utilisation d'autres énergies telles que le gaz naturel, le soleil, emploi de l'électricité produite dans les centrales hydrauliques ou nucléaires.

L'utilisation de l'électricité dans des corps de chauffe à résistances devrait être réservée, compte tenu de la valeur de cette énergie, aux immeubles neufs ou rénovés conçus pour cela, c'est-à-dire avec forte isolation thermique et, si possible, ventilation contrôlée ainsi que régulation de la température automatique par local. Le chauffage électrique à résistances ne peut ainsi se développer que lentement, vu le taux de construction et de rénovation de l'ordre de 1 à 3 % auquel on peut s'attendre pour les prochaines décennies.

Pour les constructions anciennes non rénovées et pourvues d'installations de chauffage central avec chaudières à huile, une des possibilités intéressantes d'économie de mazout réside dans l'adjonction à celles-ci de pompes à chaleur.

2. Possibilités d'utilisation de pompes à chaleur dans les immeubles existants

D'une manière générale, seules les pompes utilisant l'air atmosphérique comme source de chaleur peuvent entrer en ligne de compte pour une utilisation systématique dans les immeubles anciens pourvus d'installations classiques de chauffage central à eau. En effet, l'air est le seul réservoir de chaleur à disposition partout.

Différentes applications de ce genre de pompes dites air-eau peuvent être envisagées, en conservant les radiateurs à eau chaude existants, à savoir:

- substitution d'une pompe à chaleur à la chaudière à mazout,
- maintien de la chaudière à mazout et fonctionnement soit de la pompe à chaleur seule (en dessus d'un seuil donné de la température extérieure), soit de la pompe et de la chaudière en parallèle (pour les températures inférieures au seuil précité),
- maintien de la chaudière à mazout et fonctionnement alterné soit de la pompe à chaleur seule (en dessus d'un seuil donné de température), soit de la chaudière à mazout seule (en dessous du dit seuil).

3. Le chauffage mazout/pompe à chaleur air-eau à fonctionnement alterné

Compte tenu:

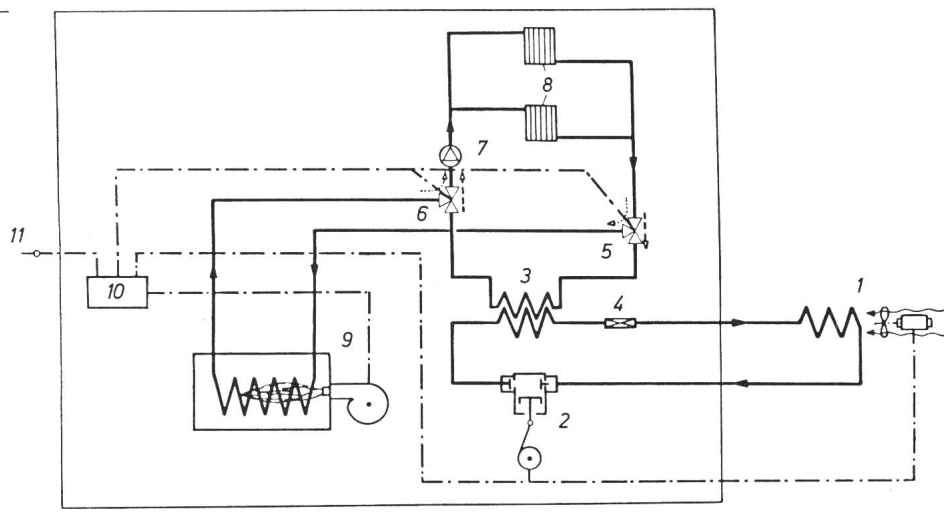
- du coût relativement élevé des pompes à chaleur,
- du fait aussi que le rapport de la puissance fournie au chauffage à celle tirée du réseau électrique, dit coefficient de performance ε (en abrégé «COP»), diminue avec l'accroissement de l'écart entre la température au condenseur de la pompe à chaleur et la température à son évaporateur, donc lorsque la température extérieure est basse et qu'il faut augmenter celle de l'eau des radiateurs,
- du fait qu'aux températures s'approchant de 0 °C le givrage de l'évaporateur peut gêner l'exploitation,

Fig. 1
Chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau

-> marche au mazout
(en dessous de +2/+3 °C)
- ou
- —> marche avec la pompe à chaleur
(en dessus de +2/+3 °C)

Schéma simplifié

- 1 Evaporateur
- 2 Compresseur
- 3 Condenseur
- 4 Détendeur
- 5 et 6 Vannes à 3 voies
- 7 Pompe de circulation
- 8 Radiateurs
- 9 Chaudière à mazout
- 10 Dispositif de régulation
- 11 Sonde thermostatique extérieure



le recours au système où la pompe à chaleur air-eau est prévue pour fonctionner seule jusqu'à la température d'environ +2 à +3 °C paraît le plus rationnel, la chaudière à mazout associée assurant seule, de son côté, la fourniture de chaleur en dessous de cette température (fig. 1). Cela permet de fournir avec la thermopompe environ la moitié de la chaleur nécessaire, l'autre moitié provenant de la combustion du mazout (fig. 2). L'économie sur la consommation d'huile est d'autre part un peu supérieure à la moitié de la quantité qui serait normalement brûlée; en effet, la charge moyenne de la chaudière est plus élevée et, de ce fait, le rendement moyen de combustion s'améliore.

4. Rentabilité du chauffage alterné mazout/pompe à chaleur air-eau

4.1 Immeubles existants

Dans un immeuble existant, déjà pourvu d'un chauffage central à mazout, l'analyse de la rentabilité de l'adjonction d'une pompe à chaleur air-eau fonctionnant alternativement avec la chaudière à huile doit prendre en considération d'un côté les intérêts et les amortissements des investissements supplémentaires, le coût de l'électricité absorbée par la pompe à chaleur et ses auxiliaires ainsi que les frais courants d'entretien y relatifs, et de l'autre côté les économies réalisées sur l'exploitation de l'installation initiale (économie d'huile ainsi que de frais d'exploitation et d'entretien courants).

Le diagramme de la fig. 3 montre l'incidence des divers paramètres en jeu sur la rentabilité d'une telle installation, à savoir:

- taux de l'intérêt sur les prêts bancaires,
- durée d'amortissement de la pompe à chaleur et de ses auxiliaires (liée à la fiabilité des équipements),

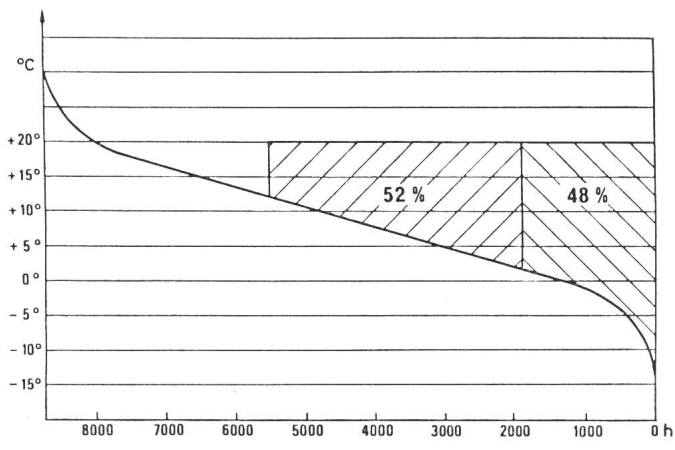


Fig. 2 Chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau

Courbe des températures classées valables pour le Plateau suisse [1]

- Pompe à chaleur
- Mazout

Température des locaux à chauffer	+20 °C
Limite de chauffage pour air extérieur à	+12 °C
Température inférieure d'utilisation de la pompe à chaleur	+ 2 °C
Degrés-jours couverts par mazout	1794
Degrés-jours couverts par pompe à chaleur	1978
Degrés-jours totaux avec chauffage	3772
Nombre de jours de chauffage	231
Durée d'utilisation de la pompe à chaleur (1978 × 24) : (20 - 2)	2637 h

- coût spécifique de l'installation de pompe à chaleur, c'est-à-dire l'investissement supplémentaire total divisé par la puissance soutirée du réseau électrique,

- durée d'utilisation annuelle du moteur de la pompe à chaleur (en relation avec la courbe des températures classées, les divers seuils de température admis et le rapport COP min./COP moyen),

- prix du courant électrique consommé en sus,

- prix du mazout économisé,

- et finalement le coefficient de performance moyen, pour la saison de chauffe, de la pompe à chaleur avec tous ses accessoires.

Selon les données actuellement valables pour les installations de chauffage concernant les maisons familiales ainsi que pour celles relatives aux immeubles collectifs de petite taille, on peut, dans la situation climatique du Plateau suisse, chiffrer comme suit les divers paramètres précités:

- la durée de vie moyenne d'une installation peut être admise à 12-15 ans; pour une durée de 15 ans et un taux d'intérêt de 4,5 %, l'annuité résultante s'élève à environ 9,3 % du capital supplémentaire investi.

- le coût spécifique d'une pompe et de ses accessoires, y compris les frais d'installation et de raccordement, est de l'ordre de 2000 à 4000 francs/kW soutiré du réseau.

- la durée d'utilisation de la pompe à chaleur atteint, selon la fig. 2:

$$(1978 \times 24) \text{ degré-heures} : (20-2) \text{ degrés} = 2637 \text{ h.}$$

Compte tenu d'un rapport d'environ 0,75 entre le COP à + 2 °C et le COP correspondant à la température moyenne pondérée de + 7 °C, la durée d'utilisation du moteur de la pompe déterminée par le quotient: kWh consommés/kW max. soutirés s'élève à 1980 h environ.

Si l'on table sur une température limite de + 3 °C au lieu de + 2 °C, ce chiffre se réduirait à 1760 h environ.

- les prix de l'énergie électrique sont extrêmement variables en Suisse, selon les entreprises distributrices. Un éventail de prix moyens jour-nuit de 8 à 12 c/kWh peut être pris en considération. Il faut y ajouter environ 1 à 2 c/kWh pour faire entrer en ligne de compte les frais d'entretien de la pompe considérée et de ses auxiliaires.

Le prix du mazout léger pour des fournitures annuelles de 2 à 10 tonnes oscille actuellement entre 320 et 370 francs/tonne environ. Il y a lieu de majorer ce prix de 50 à 100 francs pour tenir compte des frais de révision de citerne, d'entretien des brûleurs et de leurs accessoires, de la consommation de courant électrique des auxiliaires, etc. Quant aux rendements globaux saisonniers, ils peuvent osciller, selon la taille de ces installations et leur âge, entre 50 et 70 % [2, 3].

Le rectangle c) (voir fig. 3) résultant de l'intersection de la plage a) correspondant aux coûts du mazout (et des autres frais y relatifs) économisé avec la plage b) des coûts du courant électrique nécessaire, majorés des frais d'intérêt, d'amortissement et d'entretien, est situé dans la zone des COP moyens supérieurs à 2,3. Dans les hypothèses les plus favorables, l'installation devrait atteindre un COP moyen au cours de la saison de chauffe de 2,3 et dans les plus défavorables dépasser le COP de 6,5 pour que l'adjonction d'une pompe à chaleur air-eau à l'installation de chauffage à mazout existante soit rentable.

Si le COP théorique découlant de la loi de Carnot peut atteindre, pour les températures de +55 °C au condenseur et de +2/+3 °C à l'évaporateur, le chiffre de 6,2 à 6,3, les pertes dans les compresseurs et les échangeurs font que les COP moyens saisonniers se situent généralement entre 2 et 3.

Ce n'est donc que dans des cas rares qu'une telle installation est rentable pour le moment, notamment lorsque l'énergie électrique est très bon marché ou le coût de l'installation particulièrement bas, ou encore lors de l'échange d'une citerne percée, le réservoir de remplacement pouvant être d'une capacité plus réduite et l'économie ainsi réalisée portée en déduction du coût de la pompe à chaleur.

Il suffirait toutefois que le coût du mazout, qui a triplé à la suite de la crise de 1973, double encore pour que, sans évolution des autres paramètres en jeu, la rentabilité du coût du chauffage alterné mazout/pompe à chaleur air-eau soit assurée.

On verrait alors se multiplier les pompes à chaleur dans le secteur du chauffage des immeubles existants, pour autant que les fabricants aient résolu les problèmes techniques qui

gênent encore l'exploitation de ces installations. Avec le développement de la construction en grande série des pompes, on devrait du reste aboutir naturellement à une amélioration des coefficients de performance moyenne ainsi que de la fiabilité et, simultanément, à une baisse des prix.

Cette extension du chauffage par pompes à chaleur air-eau dans l'habitat ancien permettrait, à la limite, d'économiser 1 à 2 millions de tonnes d'huile sur les 4 millions absorbés actuellement à cet effet.

4.2 Immeubles nouveaux

Le calcul de rentabilité doit mettre en parallèle le coût d'un chauffage central à mazout classique et celui d'un chauffage à mazout complété par une pompe à chaleur air-eau.

La rentabilité est un peu améliorée par rapport à celle d'une installation à mazout existante complétée ultérieurement par une pompe à chaleur. On peut effectivement faire certaines économies au départ, notamment sur le dimensionnement de la citerne.

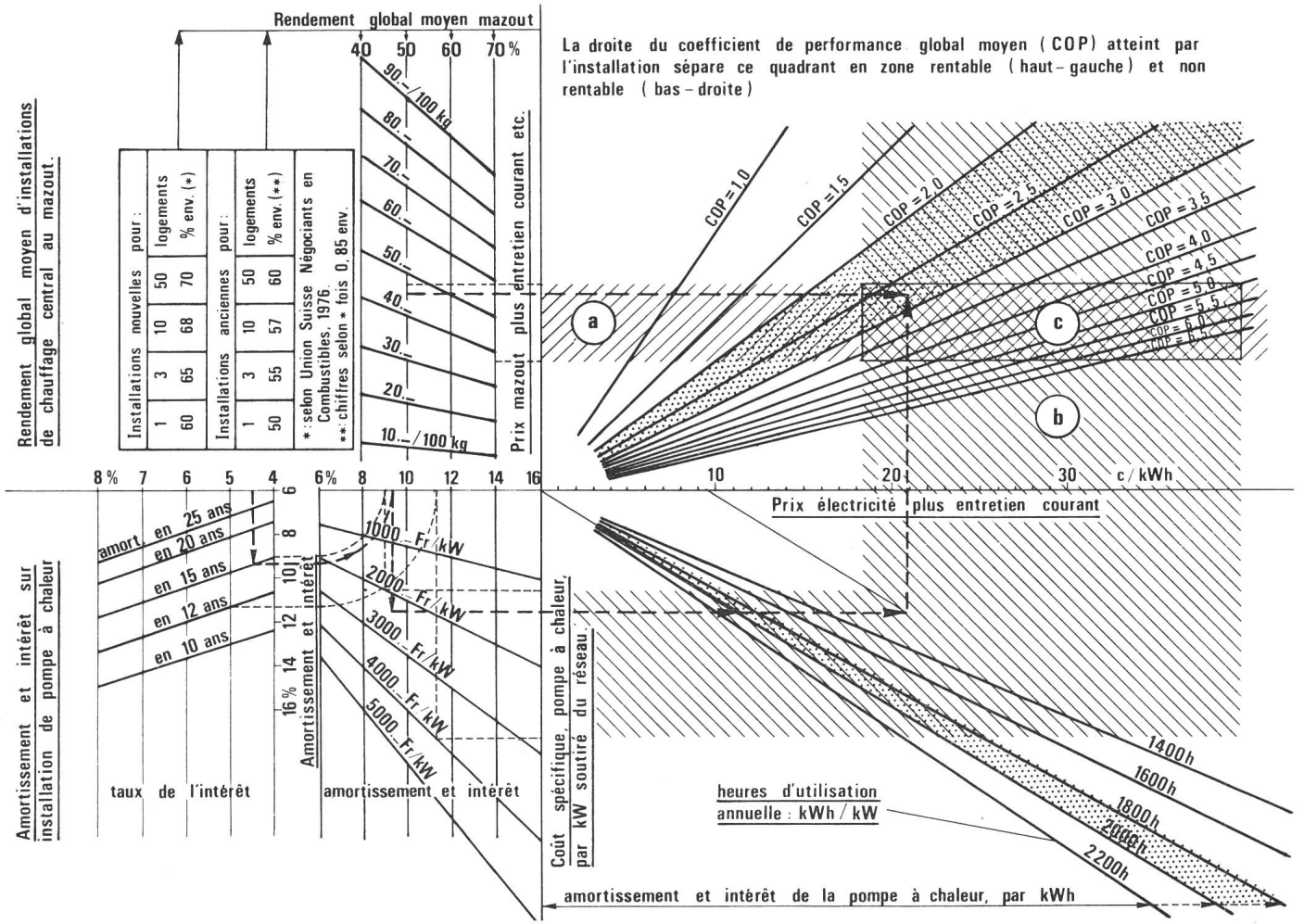


Fig. 3 Rentabilité d'équipements de pompes à chaleur air-eau associés à des installations de chauffage central à mazout existantes

Pour marche alternée (pompes à chaleur jusqu'à environ +2/+3 °C et chaudière à mazout au-dessous de +2/+3 °C) et en fonction des divers paramètres en jeu

Exemple d'application:

Données: Intérêt = 4,5%; amortissement en 15 ans; coût installation pompe à chaleur: Fr. 2400.- par kW soutiré du réseau; durée d'utilisation (kWh/kW) = 1980 h; électricité: 8+1,5 = 9,5 c/kWh; mazout: Fr. 360.- + 90.- = Fr. 450.- par tonne; rendement du chauffage à mazout: 50%

Rentabilité: assurée si le coefficient de performance moyen saisonnier (COP) de l'installation est égal ou supérieur à 2,8

Dans la plupart des cas on arrivera toutefois à la conclusion que le chauffage au mazout classique, et aussi le chauffage électrique intégré lorsqu'il s'agit de maisons familiales ou de petits immeubles locatifs [2, 3], sont plus intéressants sur le plan économique.

4.3 Rentabilité du chauffage alterné mazout/pompe à chaleur air-eau avec production d'eau chaude

Une grande partie des installations de chauffage des locaux produisent simultanément l'eau chaude sanitaire nécessaire. Si l'on peut se contenter d'eau chaude à environ 50 °C – chiffre tout à fait convenable pour la plupart des usages domestiques – on peut produire celle-ci à l'aide de la pompe à chaleur, non seulement pendant les mi-saisons et les journées pas trop froides de l'hiver (152 jours environ selon fig. 2), mais encore pendant l'été (134 jours environ). On allonge ainsi la durée d'utilisation en améliorant simultanément le COP moyen. D'autre part, on évite la marche à la belle saison d'une chaudière à mazout fonctionnant avec un très mauvais rendement moyen (de l'ordre de 10 à 20 %) pour produire uniquement l'eau chaude sanitaire.

La rentabilité d'une pompe à chaleur complétant une installation de chauffage des locaux est donc supérieure si on l'utilise également pour la production de l'eau chaude sanitaire.

Dans le cas où la température de 50 °C ne serait pas suffisante pour cette dernière, il faudrait prévoir une chauffe complémentaire à l'aide d'un bouilleur électrique, ce qui augmenterait quelque peu les investissements et les frais d'exploitation.

5. Conclusions

Le chauffage combiné mazout/pompe à chaleur ne présente un intérêt que pour des bâtiments existants déjà pourvus d'une installation de chauffage central à huile. D'une manière générale, seules les thermopompes utilisant l'air atmosphérique – présent partout – comme source de chaleur peuvent entrer en ligne de compte à cet effet. D'autre part, seul le fonctionnement alterné pompe à chaleur (au-dessus de +2/+3 °C) ou chaudière à mazout (en dessous de cette limite) permet pour le moment de réduire sans grosses complications techniques les inconvénients dus à la chute du coefficient de performance par grands froids et au givrage des évaporateurs.

Actuellement, ce chauffage combiné¹⁾ à fonctionnement alterné n'a pas encore atteint systématiquement le seuil de rentabilité. Les adjonctions de pompes à chaleur air-eau aux installations de chauffage central à mazout existantes pourraient toutefois se multiplier rapidement si le prix du mazout devait augmenter encore de façon importante, comme cela a déjà été le cas. Avec la construction en grande série des pompes à chaleur, le prix de ces installations diminuerait certainement, en même temps que s'amélioreraient la fiabilité et les coefficients de performance, ce qui accélérerait encore le recours à ce genre de chauffage.

¹⁾ Ce genre de chauffage est appelé «bivalent» par certains auteurs francophones ou traducteurs. Il conviendrait d'écarter cette appellation car bivalent se dit d'un corps dont la valence chimique est 2. On pourrait par contre employer, au lieu du terme «chauffage combiné», les désignations: chauffage biénergie ou biénergétique, ou encore chauffage hybride. Une normalisation sur le plan international de l'une de ces dénominations serait souhaitable.

A la limite on pourrait imaginer qu'une grande partie des installations du chauffage central classique qui équipent actuellement quelque 2 millions de logements en Suisse, soient munies d'une pompe à chaleur air-eau. Si un logement sur deux était équipé de la sorte, on pourrait économiser environ 1 million de tonnes d'huile de chauffage.

Etant donné que les puissances unitaires des moteurs entraînant de telles pompes ne sont pas très élevées et que ces machines seraient mises hors service aux basses températures atmosphériques, c'est-à-dire durant les périodes où les réseaux électriques sont les plus chargés, une extension même très importante de ce mode de chauffage ne devrait entraîner que des renforcements minimes des installations de production, de transport et de distribution d'électricité. Les à-coups de courant à l'enclenchement pourraient toutefois poser des problèmes de chute de tension – «flicker» – dans les réseaux équipés de longues lignes aériennes de distribution.

Si l'on table sur un rendement moyen du chauffage à mazout de 60 % et sur un coefficient de performance moyen COP = 2,5 pour les pompes à chaleur, l'énergie électrique nécessaire à cet effet serait de l'ordre de 2,8 TWh pour l'économie d'un million de tonnes de mazout précitée. Si l'on admet d'autre part que cette énergie électrique est entièrement produite par une centrale nucléaire, avec un rendement de 29 % (pertes de transport et de distribution incluses), l'énergie primaire absorbée serait de 34 800 TJ, alors que ce même million de tonnes de mazout, compte tenu d'une perte au raffinage et au transport d'environ 5 à 6 %, correspond à une énergie primaire de quelque 44 000 TJ. Le chauffage combiné est donc, dans les conditions précitées, nettement plus intéressant que le chauffage à mazout classique sur le plan des besoins en énergie primaire.

En tout état de cause, si le chauffage combiné mazout/pompe à chaleur air-eau – techniquement mûr mais encore à perfectionner, à vrai dire – n'a pas encore atteint le seuil de rentabilité, il suffirait d'une nouvelle hausse massive du prix du mazout pour que cette limite soit dépassée et que prolifèrent les équipements de pompes à chaleur dans les immeubles existants. Il serait alors possible d'économiser de cette manière d'importantes quantités d'huile sans répercussions techniques et financières appréciables en ce qui concerne les installations des distributeurs d'électricité.

Bibliographie

- [1] Recommandations SIA 380/1975.
- [2] Coûts de différents systèmes de chauffages. Union Suisse des Négociants en Combustibles, Lausanne, 1976.
- [3] J. Grivat: Considérations sur la rentabilité de l'électrothermie. L'Electrique, Zurich, 11/1977.

Adresse de l'auteur

J. Grivat, sous-directeur, Compagnie Vaudoise d'Electricité, 1, rue Beau-Séjour, 1002 Lausanne.