Une pompe à chaleur à gaz dans un immeuble locatif de Dortmund (RFA)

Autor(en): **Usogaz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **104 (1978)**

Heft 22: **Habitation et confort**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73560

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Une pompe à chaleur à gaz dans un immeuble locatif de Dortmund (RFA)

C'est à la dernière minute que la Société immobilière Hoesch Wohnungsgesellschaft mbH, Dortmund, décida de chauffer son nouvel immeuble d'habitation de Dortmund-Brackel au moyen d'une pompe à chaleur à gaz. Ceci lui permet de garantir à long terme de faibles frais de chauffage aux membres du personnel auxquels les 64 appartements sont destinés (loyer : DM 4.—/m^2). Le prix forfaitaire pour le chauffage des locaux, l'eau chaude et le gaz pour la cuisson, est inférieur de 10 % à la moyenne des frais de chauffage pour l'ensemble de la Société immobilière.

Au départ on avait prévu un chauffage normal au gaz pour l'immeuble en trois parties, de 4 à 6 étages, sis au Schottenweg 11-15. De même, la Société immobilière avait opté dès l'abord pour un chauffage par le sol à température maximale de sortie chaudière de 43°C, d'un immeuble à très bonne isolation ($k = \sim 0{,}5$), à façade avancée, construit en béton cloisonné. Durant la construction, la Société Hoesch constata que toutes les conditions idéales étaient réunies pour l'utilisation d'une pompe à chaleur. Certaines exigences étant remplies, la Commission des Communautés Européennes de Bruxelles accepta de financer une partie des frais ; en retour, il fallut prévoir différentes installations de mesure supplémentaires. Les Services industriels de la Ville de Dortmund qui avaient déjà fait des expériences concluantes dans la piscine de Dortmund-Wellinghofen avec la première pompe à chaleur à gaz d'Allemagne, acceptèrent de construire cette pompe à chaleur à gaz et d'en assurer l'exploitation. C'est pourquoi les Services industriels facturent directement aux locataires la chaleur consommée. L'étude de l'installation a été effectuée par le Groupe de travail « Froid industriel » de la Société Linde AG à Rodenkirchen-Sürth (RFA).

C'est ainsi qu'on passa commande de l'installation en janvier 1977. Mais en avril, il fallut déjà s'atteler au séchage du bâtiment de la première partie de l'immeuble. Comme la réalisation de la pompe à chaleur n'était pas encore achevée, on décida d'installer en toute hâte une chaudière spéciale à gaz de 160 Mcal/h. La pompe à chaleur fut installée au cours de l'année 1977, et après l'achèvement des travaux, solennellement mise en service le 23 mai 1978. La chaudière montée précédemment fut gardée pour couvrir les besoins de pointe.

Pompe à chaleur à gaz air/eau sur le toit

La centrale de chauffage au gaz prévue initialement devait être placée au sous-sol. Mais pour diverses raisons, la pompe à chaleur à gaz fut placée au dernier étage de l'immeuble :

— dans le sous-sol, l'espace supplémentaire nécessaire faisait défaut, d'autant plus que des conditions de délais exigeaient encore d'installer une chaudière ;

— les échangeurs de chaleur eau-air étaient placés sur le toit. Si la centrale de chauffage se trouve juste à côté, la chaleur rayonnée par la centrale de chauffage peut être ramenée à l'évaporateur et donc servir à améliorer le coefficient de performance ;

— la réduction de longueur des conduites frigorifiques.

La chaufferie en terrasse offre une isolation sonore optimale : celle-ci consiste en un bloc de béton de $6 \times 6{,}9 \times 3$ m, pesant environ 100 tonnes, de 30 cm d'épaisseur de paroi, reposant sur des ressorts placés à même le toit de l'immeuble. Se trouvant à l'intérieur du bloc, l'unité moteur à gaz/compresseur est à son tour supportée par des ressorts. Cette façon de faire permet de réduire le niveau sonore dans une mesure telle qu'il ne s'élève plus qu'à 30 dBA dans le salon situé juste en dessous de la centrale de chauffage. A titre de comparaison : le niveau sonore, le matin entre 4 et 5 heures, à cet endroit s'élève à 30-35 dBA.

Fig. 1. — Vue extérieure de la maison à 64 appartements à Dortmund pendant la construction. (Photo : Stadtwerke Dortmund.)

L'installation de chauffe

En plus de la chaudière spéciale à gaz de 160 Mcal/h, la centrale de chauffe sur le toit comprend la pompe à chaleur à gaz proprement dite, le condenseur, la commande et les installations de mesure.

Le compresseur à 6 cylindres de la pompe à chaleur est entraîné par un moteur à gaz à 4 temps, à 6 cylindres en ligne, d'une puissance de 83 kW. Il faut ajouter toutefois que cette puissance n'a été obtenue qu'au prix d'un plus grand modèle de moteur parce que l'on distribue encore du gaz de ville à Dortmund. Il est en effet inutile de rappeler que la puissance d'un moteur à gaz dépend du pouvoir calorifique du gaz employé.

Lorsqu'en automne 1978, la conversion au gaz naturel battra son plein à Dortmund, ce moteur à gaz sera lui aussi converti au gaz naturel. Avec un peu de patience (chaudière au gaz !), on aurait pu réduire sensiblement les coûts. Une petite remarque personnelle à ce propos : les crédits nationaux ou internationaux qui peuvent certes contribuer à la promotion de nouvelles technologies, ne sont pas de nature à contraindre les maîtres de l'ouvrage à faire des calculs serrés...

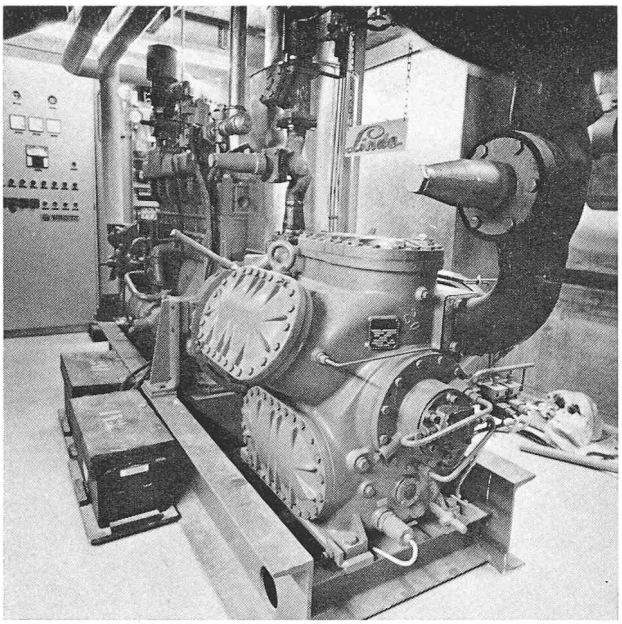

Fig. 2. — La pompe à chaleur à gaz ; à l'avant-plan le moteur à gaz à 6 cylindres en ligne. (Photo : Stadtwerke Dortmund.)

La puissance de la pompe à chaleur à gaz se situe dans les 330 Mcal/h ; à −17°C, le chauffage par le sol Ritter (5000 m²) exige quelque 400 Mcal/h. La puissance du condenseur du circuit de la pompe à chaleur s'élève à 227 Mcal/h max. Les 173 Mcal/h restantes s'obtiennent par récupération de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement, l'huile du moteur et l'eau de refroidissement du moteur. Les gaz d'échappement sortent du récupérateur à 180°C ; pour des raisons de place, on a renoncé à récupérer la chaleur des gaz d'échappement jusqu'au point de rosée, ce qui est chose aisée en cas d'alimentation au gaz.

Pompe à chaleur à gaz jusqu'à −12°C

La pompe à chaleur à gaz est conçue pour fonctionner seule jusqu'à une température extérieure de −12°C ; tout abaissement supplémentaire produit l'enclenchement de la chaudière spéciale à gaz. C'est pourquoi l'évaporateur a été divisé en trois unités qui se trouvent sur le toit à côté de la centrale de chauffage. Ce faisant, on a la garantie de pouvoir dégivrer un évaporateur pendant que les deux autres unités continuent de fonctionner.

Les trois unités d'évaporation ont chacune deux ventilateurs ; le débit total d'air est de 258 000 m³/h. La puissance raccordée des ventilateurs s'élève à 13 kW. Des mesures acoustiques ont montré que le bruit produit par les trois évaporateurs se situe en dessous du niveau sonore ambiant de 30 à 35 dBA ; il n'est donc pas possible de le mesurer exactement.

Régulation

La pompe à chaleur à gaz est réglée par une commande externe. Pour des raisons de place et par suite de la décision tardive de monter une pompe à chaleur à gaz, l'accumulateur n'a pas été monté.

Lorsqu'on n'a pas besoin de la charge totale, la régulation s'effectue d'abord au moyen du nombre de tours du moteur, puis par mise hors service de paires de cylindres du compresseur, ce qui donne une régulation à trois niveaux. Il va de soi qu'en fonctionnant avec deux cylindres et à bas régime, par exemple pour maintenir en température 3000 l d'eau chaude, le rendement n'est pas spécialement brillant puisque celui du moteur baisse très fortement dès que le régime descend en dessous de 50 % de la valeur nominale. Lors de l'étude de pompes à chaleur à gaz, on doit se souvenir que la possibilité de régulation par le nombre de tours ne devrait pas dépasser 50 % de la puissance du moteur parce qu'entre la pleine charge et la demi-charge, le rendement du moteur, bien que légèrement en baisse, se maintient à un très bon niveau. C'est précisément la raison pour laquelle une pompe à chaleur ne devrait en principe pas fonctionner sans accumulateur.

Mais il y a encore une autre raison à cela. Les intervalles de révision des moteurs industriels à gaz, compris entre 30 000 et 40 000 heures, ne s'atteignent qu'avec des conditions optimales de fonctionnement (1 à 2 démarrages de moteur par heure) ; si le moteur doit démarrer toutes les 10 minutes, le temps entre deux révisions en diminue d'autant. Même si l'on peut alors encore atteindre ou dépasser des intervalles de 20 000 heures, cette réduction constitue une source de frais que l'acquisition d'un accumulateur a tôt fait de compenser.

Coefficient de performance

La pompe à chaleur à gaz permet d'économiser environ 60 % d'énergie par rapport au chauffage conventionnel prévu au départ : à Dortmund pour une température extérieure moyenne de 6,8°C, le coefficient de performance de la pompe à chaleur à gaz est de 2,2. Ce chiffre comprend déjà la diminution aux températures extérieures extrêmes ; à −12°C, le coefficient de performance se maintient encore à 1,5. Et c'est ici qu'apparaît très clairement l'avantage de la pompe à chaleur à gaz, résidant dans le fait que la récupération d'énergie calorifique à haute température des gaz d'échappement améliore le rendement de la pompe à chaleur proprement dite de l'installation. L'économie d'énergie réalisée permet d'amortir correctement le surcroît d'investissement par rapport au chauffage conventionnel. L'investissement, y compris toutes les mesures à

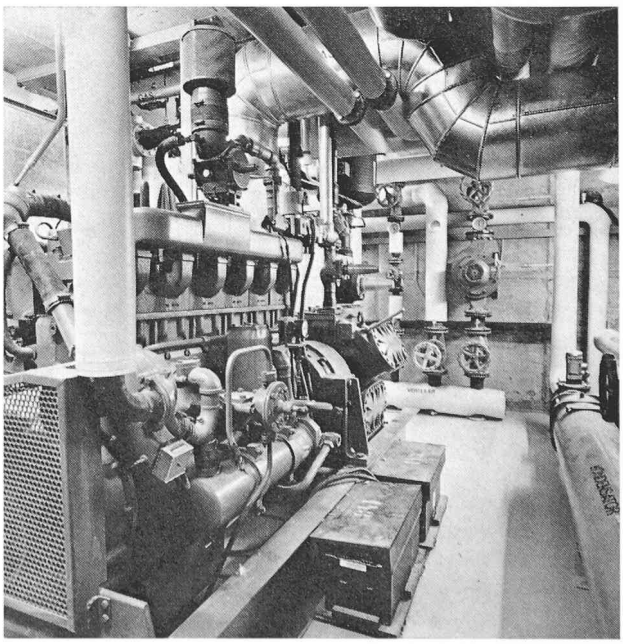

Fig. 3. — Le compresseur à 6 cylindres de la pompe à chaleur à gaz. (Photo : Stadtwerke Dortmund.)

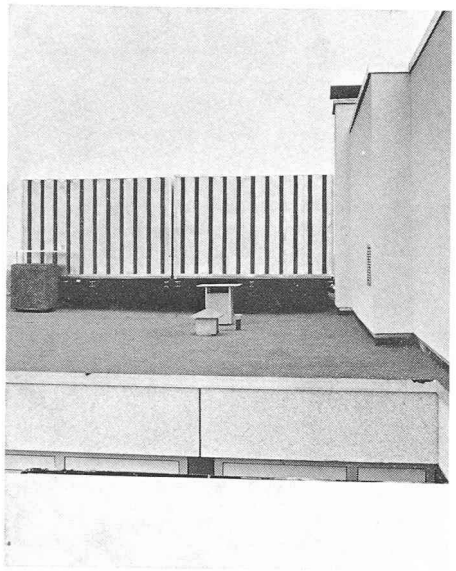

Fig. 4. — Un des trois évaporateurs air/eau sur le toit de la maison. (Photo : Stadtwerke Dortmund.)

prendre sur le plan du génie civil ainsi que toutes les installations de mesure exigées par la Commission des Communautés Européennes, s'élève à DM 500 000.—. Ce surcroît de dépenses peut à première vue paraître élevé ; mais il faut également le voir sous l'angle des délais dus à la commande tardive (adaptation de la portance des sols, autres mesures du génie civil, chaudière, plus grand type de moteur, etc.). Il n'est en aucun cas représentatif pour le cas général. Dans le cas d'une pompe normale à chaleur à gaz, le surcroît de frais par rapport à la solution conventionnelle est nettement moindre.

Conclusion

Ce rapport sur la pompe à chaleur à gaz d'un immeuble à 64 appartements, se trouvant à Dortmund-Brackel, est truffé de quelques remarques critiques. Il ne faut pas y voir une certaine pédanterie. Elles doivent, à l'aide d'un exemple concret, montrer aux bureaux d'études de pompes à chaleur à gaz les possibilités d'améliorer la conception et la réalisation de telles installations.

Il est évident que dans notre exemple les conditions défavorables de délai ont amené d'importantes modifications par rapport au planning idéal. Grâce à cette installation, la pompe à chaleur à gaz vient de franchir le stade de la démonstration pour passer aux rudes épreuves de la pratique. N'a-t-elle pas dû être réalisée en tenant compte des contingences de délai et de matières, telles qu'on ne les rencontre que trop souvent tous les jours dans les installations de chauffage ? Et c'est bien pourquoi cette installation va occuper une position centrale : elle prouve que même dans des conditions désavantageuses, la pompe à chaleur à gaz constitue une solution intéressante.

USOGAZ

Le thermomètre à cristal liquide

par MAURICE COSANDEY-TENTHOREY, Vufflens-le-Château

Un nouveau dispositif du type gadget est récemment apparu sur le marché : le thermomètre à cristal liquide. Il frappe par sa simplicité, son élégance, sa facilité d'emploi et par l'incompréhension totale que manifeste le profane en face d'une telle réalisation.

Il s'agit en deux mots d'une sorte de bande d'un film plastique noir, mou, sur laquelle apparaît en gris la suite des chiffres d'une échelle de température, par exemple 10, 11, 12, ... 39, 40. La particularité de cette bande est que tous les chiffres apparaissent uniformément gris, sauf celui correspondant à la température ambiante qui lui est coloré en jaune, vert, ou brun selon les cas. Si la température de la bande s'élève un peu, le chiffre coloré initialement s'obscurcit et son voisin de droite sur la bande se colore. La simplicité et l'étrangeté de ce phénomène a quelque chose de plaisant, mais de déroutant pour l'esprit scientifique qui ne sait pas a priori à quel domaine physique rattacher les observations faites. S'agit-il d'un phénomène d'interférence, ou de fluorescence ? Et pourquoi cette sélectivité en fonction de la température ?

Essayons d'examiner le fonctionnement de ce thermomètre d'un peu plus près. Une telle bande de thermomètre est en fait constituée d'une structure en sandwich : on dispose une feuille d'un film transparent sur une feuille de fond opaque noire. Entre ces deux bandes distantes de quelques microns, on injecte un peu d'un liquide dit cholestérique, dit aussi cristal liquide, dont les propriétés optiques sont peu communes : en effet il ne réfléchit la lumière qu'à une certaine température ; pour toute autre température, il est incolore et transparent, ou presque.

Pour réaliser une bande de thermomètre à cristal liquide, il suffit de prévoir un certain nombre de cases en forme de chiffre entre les deux films du sandwich, et d'intercaler dans chacune d'entre elles un peu d'un cristal liquide réfléchissant la lumière à la température correspondante. Une fois le sandwich refermé, toutes les cases contiendront un liquide transparent et auront à peu près la couleur noire du fond, sauf une, correspondant à la température ambiante.

Cela dit, il vaut la peine de se pencher un instant sur l'étrange liquide responsable de ces propriétés optiques si peu familières. Pourquoi l'appelle-t-on tout d'abord « cristal liquide » ? A première vue rien ne paraît plus contradictoire que ces deux termes de cristal et liquide.

En effet, il est communément admis que le liquide est une substance fluide formée d'un empilement de molécules glissant et roulant les unes sur les autres presque sans frottement, et de manière généralement désordonnée. D'autre part, un cristal est un empilement parfaitement ordonné d'atomes et de molécules, dans toutes les directions de l'espace, et dont la position relative reste fixe. Dans le liquide on trouve désordre et mobilité, dans le cristal ordre et immobilité.

Un cristal liquide est une substance paradoxale où l'on trouve à la fois ordre et mobilité. Les molécules peuvent y glisser les unes sur les autres, mais conservent la même