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: 79 (1988)

Heft: 22

Artikel: Nouvelle centrale de chauffe par thermopompes pour l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Autor: Crottaz, R. / Cornu, C. / Colomb, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904104

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: 12.07.2025

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

Nouvelle centrale de chauffe par thermopompes pour l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

R. Crottaz, Ch. Cornu et H. Colomb

La nouvelle centrale de chauffage de l'EPF de Lausanne a été inaugurée solennellement le 24 octobre 1988. Cette installation fait partie intégrante d'un vaste concept énergétique. Elle dispose de deux turbines à gaz avec générateurs et chaudière de récupération ainsi que de deux pompes à chaleur électriques, qui utilisent l'eau du Lac Léman distant de 600 m comme source de chaleur.

Am 24. Oktober 1988 wurde die neue Heizzentrale der EPF Lausanne feierlich eingeweiht. Die neue Anlage ist Teil eines umfassenden Energiekonzeptes. Sie verfügt über zwei Gasturbinen mit Generatoren und Abhitzekessel sowie zwei elektrisch angetriebene Wärmepumpen, die als Wärmequelle Wasser des 600 m entfernten Genfersees verwenden.

Adresses des auteurs

Professeur *Roland Crottaz*, Vice-président de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne

Charly Cornu, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne

Henri Colomb, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne

1. La centrale de chauffe par thermopompes: un élément essentiel d'une stratégie globale en matière de question énergétique

Depuis le début des années septante, l'EPFL se préoccupe sans relâche de favoriser l'utilisation parcimonieuse de l'énergie. Dans le domaine de la recherche, le projet d'école «Energie» a réuni de 1976 à 1981 les chercheurs concernés par cette discipline et permis de concevoir des systèmes complexes de gestion énergétique présentant des potentialités intéressantes. Depuis 1982, les propositions de ce projet d'école font l'objet de développements et d'approfondissements dans plusieurs de nos laboratoires. En matière d'enseignement, un cours postgrade en énergie est suivi chaque année par une soixantaine d'ingénieurs et d'architectes; il complète les nombreux cours de 2e cycle offerts aux étudiants de plusieurs sections concernées par la question sous tous ses aspects.

Dans le même esprit, les problèmes de l'énergétique des bâtiments et des mesures d'économie lors de la production de chaleur ont été appréhendés avec beaucoup de soin lors de la planification de nos propres bâtiments à Ecublens. En matière de production de l'énergie de chauffage, l'option prise en 1971 d'intégrer l'EPFL et l'Université de Lausanne dans un nouveau réseau de chauffage à distance de l'ouest lausannois s'est malheureusement révélée irréalisable. Les oppositions à la construction de la centrale chaleur-force de Malley, difficilement compréhensibles si l'on tient compte de l'intérêt économique et écologique régional d'une telle solution, ont finalement conduit en 1987 à l'abandon définitif de ce projet.

Confrontés à la nécessité de remplacer nos installations provisoires insuffisantes, nous avons utilisé en 1980 les volumineux rapports du projet d'école «Energie» pour élaborer le concept inédit d'une centrale de chauffe par thermopompes combinée avec une centrale chaleur-force utilisant des turbines à gaz. C'est la CCT que nous sommes fiers d'inaugurer et qui est une illustration concrète d'un transfert d'une recherche théorique à un produit opérationnel de haute technologie.

Sur la base de nos comptes d'exploitation des années antérieures et en extrapolant les résultats obtenus lors des essais d'exploitation de la centrale, nous pouvons affirmer que l'énergie nécessaire au chauffage, à l'éclairage et à la ventilation de nos locaux sera, dès cet hiver, 5 fois inférieure à celle nécessaire pour un bâtiment de même genre, construit et équipé de façon traditionnelle. Alors qu'en 1985 nous consommions durant les périodes les plus froides plus de 100 000 litres de mazout léger par semaine, cette même quantité sera suffisante à l'avenir pour couvrir les besoins d'une année entière, malgré l'augmentation considérable des surfaces exploitées sur le site. L'intérêt de cette économie en matière de pollution de l'air est évident.

Pour obtenir un résultat aussi spectaculaire, il ne suffit toutefois pas de construire et d'exploiter une centrale nouvelle. Une stratégie globale et minutieuse en matière de gestion énergétique est indispensable. Elle se compose des éléments suivants:

- une isolation optimale de l'enveloppe des bâtiments

- une récupération systématique des rejets thermiques de toute nature
- une utilisation restrictive de la climatisation des locaux
- une orientation judicieuse des bâtiments pour exploiter le rayonnement solaire «passif»
- l'acceptation par les utilisateurs de conditions climatiques intérieures moins confortables que celles prescrites dans les normes habituelles
- l'abandon de la distribution systématique de l'eau chaude sanitaire à tous les points d'eau.

Pour exploiter un tel système et tirer parti de toutes les potentialités, un team de collaborateurs très compétents, motivés et dynamiques est encore nécessaire. Grâce à un système sophistiqué de surveillance en temps réel et des moyens d'intervention rapides, notre service d'exploitation est en mesure de conduire toutes ces installations de façon optimale.

Signalons encore que les principaux organes de la centrale de chauffe ont été équipés de systèmes de mesures très complets, allant bien au-delà de ce qui serait nécessaire pour l'exploitation courante. Ainsi les étudiants, doctorants et chercheurs de l'EPFL auront la possibilité d'étudier le comportement des différents composants en grandeur réelle. Ils pourront développer et tester des consignes de fonctionnement nouvelles et contribuer ainsi à améliorer encore le rendement et la sécurité de centrales futures.

2. Implantation

La centrale de chauffe par thermopompes de l'EPFL est située au nord-est du site bâti de l'Ecole. Elle est distante d'environ un kilomètre du lac Léman (source froide) et de moins de cinquante mètres d'un petit ruisseau appelé Sorge, qui est utilisé en tant que «conduite» naturelle pour le rejet des eaux au lac.

Les thermopompes, ou pompes à chaleur, utilisent en tant que source froide l'eau du lac. Pompée à 600 m du rivage, à une profondeur de 65 m, cette eau a comme caractéristique principale d'avoir une température constante d'environ 6 à 7 °C toute l'année. Refoulée à une pression de 3,5 à 4 bar à la station de pompage, elle transite jusqu'à la centrale par une conduite de 750 mm de diamètre utilisant le réseau des galeries techniques de l'Université et de l'EPFL. Après avoir traversé l'évaporateur des thermopompes, elle est rejetée à la Sorge sans altération ni modification chimique, à une température de l'ordre de 3 °C.

La centrale est en mesure de fournir:

- l'énergie thermique nécessaire au besoin en chauffage de l'EPFL, distribuée par deux réseaux: l'un à moyenne température, soit départ à 65 °C et retour à 45 °C par −10 °C extérieur, destiné aux bâtiments de la première étape; l'autre à basse température, soit départ à 50 °C et retour à 35 °C par −10 °C extérieur, destiné aux bâtiments de la deuxième étape de construction de l'EPFL à Ecublens;
- l'eau de refroidissement (climatisation, refroidissement d'appareils scientifiques, etc.) Pour les besoins de l'Université et de l'Ecole;
- l'énergie électrique de secours pour les propres besoins de la centrale de chauffe et pour ceux de la station de pompage.

3. Prestations

3.1 Chaleur

L'exploitation de la chaufferie provisoire et des premiers bâtiments de l'EPFL a permis de cerner les besoins de chaleur, en puissance et en température. Il s'est en effet révélé que la puissance utilisée était nettement inférieure à celle installée (amélioration du comportement thermique de l'enveloppe des bâtiments, installation systématique de récupération de chaleur sur les installations de ventilation, apport thermique dû aux installations électriques, éclairage, appareils, etc.) et que les marges et réserves pouvaient être valorisées par un abaissement des températures d'exploitation. C'est pourquoi le réseau de chauffage de la première étape est dit à «moyenne température». Par grand froid, soit −10 °C à l'extérieur, il distribue de l'eau à 65 °C pour la collecter à 45 °C après refroidissement au travers des radiateurs et des aérochauffeurs (chauffage 65/45 °C). La puissance de ce réseau planifiée à moyen terme (an 2005) est de 8 MW.

La deuxième étape des bâtiments de l'EPFL est chauffée par un réseau directement conçu à basse température, soit 50/35 °C par −10 °C, dont la puissance nominale est de 7 MW à moyen terme.

Par temps doux, les besoins de chaleur diminuent jusqu'à l'arrêt du

Thermopompes:

puissance thermique: 2×3,5 MW
compresseur à vis
entraînement du compresseur:
moteur électrique haute tension avec récupération de chaleur
Un: 6,4 kV Pn: 960 kW
fluide de travail: ammoniac (NH_3)
évaporateur: appareil multitubulaire à ruissellement du fluide de travail
condenseur: multitubulaire

Turbines à gaz avec alternateurs:

puissance électrique: 2×3,2 MW
combustible: mazout extra-léger ou gaz naturel
compresseur: turbine monoarbre axial à 11 étages
chambre de combustion: annulaire à 10 injecteurs fixes
turbine de puissance: axiale à 3 étages
alternateur: type synchrone, triphasé, 50 Hz, 4 pôles
Pn: 4 MVA soit 3,2 MW sous cos phi 0,8
Un: 6,4 kV, neutre sorti
vitesse: 1500 tr/min., protection: IP 44,
isolement: classe F

Chaudières de récupération sur les gaz d'échappement des turbines à gaz:

puissance thermique: 2×6 MW
température maximum des gaz de combustion à l'entrée: 540 °C
température des gaz de combustion à la sortie: 150 °C
température eau surchauffée: 120 °C

Accumulateurs de chaleur

volume total 320 m³ correspondant à une capacité d'énergie thermique de 18,5 MWh

Tableau I Données techniques de la centrale de chauffe de l'EPFL

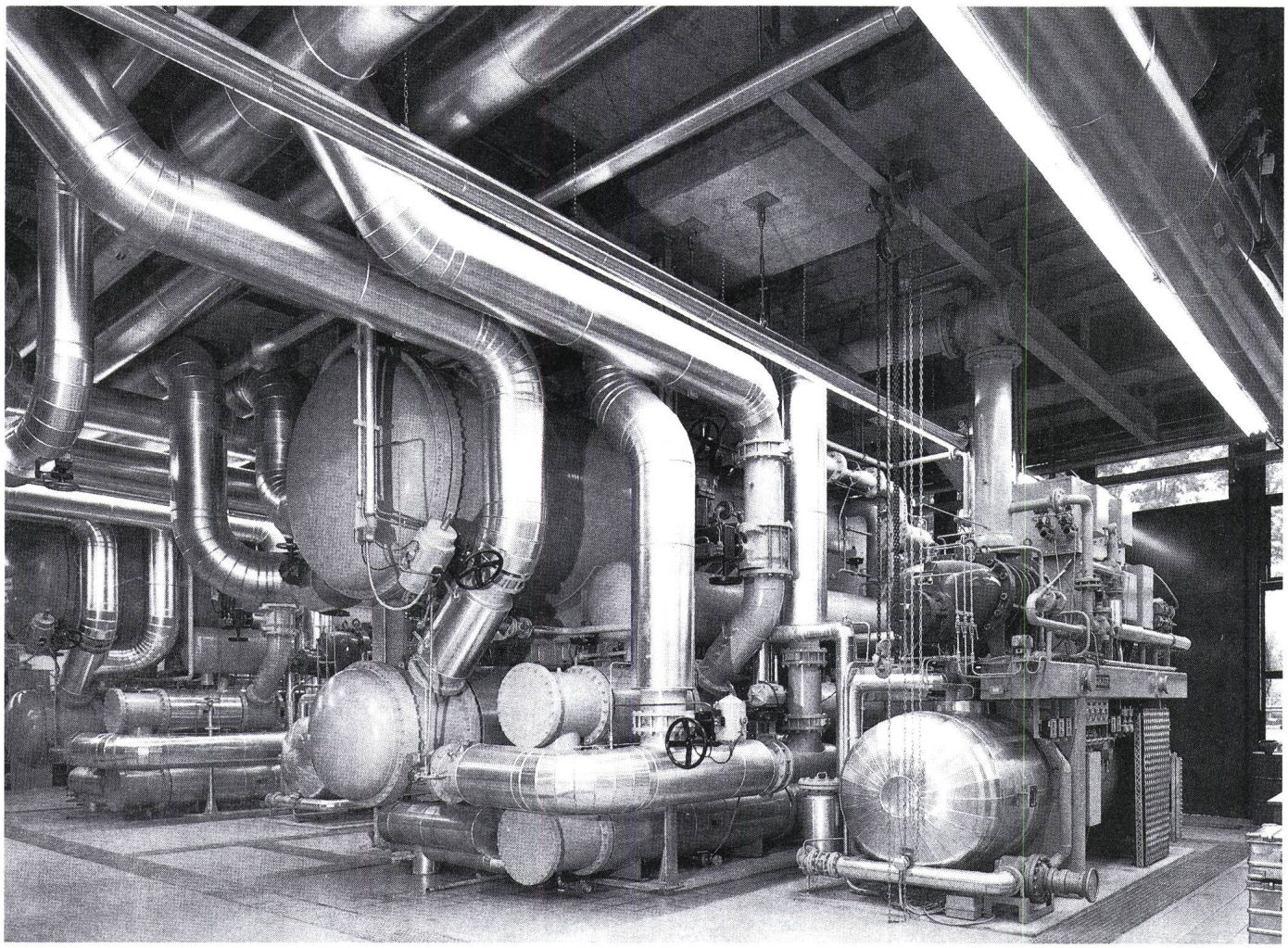

Figure 1 La centrale de chauffe par thermopompe de l'EPF Lausanne

chauffage lorsque la température extérieure atteint 15 °C environ. Les apports «gratuits» suffisent alors à l'entretien d'une ambiance à 20–21 °C dans les locaux.

La réduction de la puissance thermique s'accompagne d'une diminution de la température requise de l'eau de chauffage. Ainsi, les réseaux de chauffage à distance sont exploités à températures «glissantes» s'abaissant des valeurs nominales jusqu'à 30 °C, respectivement 27 °C, par +15 °C à l'extérieur.

L'eau chaude sanitaire ne peut plus être produite par ces sources de chaleur tempérées et hors service en été. Les faibles besoins sont couverts, en deuxième étape, par de petits chauffe-eau électriques décentralisés. En première étape, les réseaux existants regroupés récupèrent la chaleur de rejet de compresseurs d'air centralisés et des pompes à chaleur du circuit interne de refroidissement des laboratoires de physique.

3.2 Eau industrielle

La centrale de chauffe étant greffée sur l'infrastructure «eau industrielle» existante, il s'agissait de maintenir cette prestation. Le débit installé est de 225 l/s pour approvisionner les deux Hautes Ecoles. Les besoins présumés seront probablement dépassés, en raison notamment de l'accroissement accéléré des charges de refroidissement induites par la densification des équipements informatiques.

Le recensement des consommateurs révélant qu'une pression de 4,5 bar était suffisante sauf exceptions, l'application de cette valeur a permis de diminuer presque de moitié l'énergie spécifique de pompage.

3.3 Puissance électrique de pointe

Un combustible est mieux valorisé lorsqu'il brûle dans un moteur plutôt que dans une chaudière, car il permet de produire de l'électricité et de la chaleur.

Par temps froid, l'exploitation d'une turbine à gaz est intéressante par la concordance de ses apports simultanés de force et de chaleur avec les appels de puissance accrus des réseaux électriques et thermiques. La production indigène d'électricité, alimentant le réseau interne de l'EPFL, réduit les achats extérieurs et peut ainsi soulager les distributeurs régionaux aux heures de puissance de pointe en particulier.