



Projet

Pilote pour pompes chaleur d'adsorption





Exploitation optimale de la chaleur dissipée

À l'heure actuelle, la chaleur dissipée est souvent perdue, entre autres parce que sa température est trop faible pour être utilisée directement. Le recours à des pompes à chaleur d'adsorption pourrait changer la donne : ces systèmes peuvent amener la chaleur à la température souhaitée sans consommer d'électricité supplémentaire. Des physiciens de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale viennent d'étudier pour quelles applications ces pompes à chaleur pourraient procurer le plus de valeur ajoutée.



L'usine d'incinération d'ordures ménagères de Hagenholz à Zurich (à droite) et la centrale à bois d'Aubrugg (à gauche) alimentent la majeure partie du réseau de chauffage urbain de Zurich. Dans beaucoup d'autres endroits se perdent encore de grandes quantités d'énergie thermique, qui pourraient être exploitées à l'aide de pompes à chaleur d'adsorption. *Source* : Wikimedia/Marc Forster





En un coup d'œil

- Grâce aux pompes dites d'adsorption, davantage de chaleur dissipée pourrait à l'avenir être récupérée et réutilisée. Jusqu'à présent, leur introduction a toutefois échoué, notamment parce qu'il n'existait pas de scénarios élaborés pour leur mise en œuvre.
- C'est pourquoi, des chercheuses et chercheurs de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale ont étudié où de telles pompes à chaleur pourraient le mieux contribuer à une utilisation plus efficace de la chaleur en tant que ressource. Ils ont conçu à cet effet quatre scénarios prometteurs et ont déterminé les exigences techniques des installations correspondantes.
- Si des pompes à chaleur d'adsorption étaient introduites dans toute la Suisse ne serait-ce que dans les scénarios étudiés, les émissions de gaz à effet de serre diminueraient de jusqu'à 5 %.

En Suisse, beaucoup d'énergie se perd encore sous forme de chaleur dissipée. Si dans certains cas, par exemple dans les usines d'incinération d'ordures ménagères, la chaleur dissipée est déjà exploitée pour chauffer des bâtiments voire des quartiers entiers, la majeure partie s'évapore encore dans l'air, notamment celle générée par les usines ou les centres de calcul. Cela est dû, entre autres, au fait que la température de cette chaleur est souvent trop faible pour être utilisée directement. C'est précisément pour cette raison que les pompes à chaleur dites d'adsorption pourraient s'avérer utiles à l'avenir. À l'instar des pompes à chaleur à compression traditionnelles, elles sont capables de capter la chaleur et de la multiplier. De plus, les pompes à chaleur d'adsorption présentent un avantage par rapport aux pompes à chaleur par compression : elles ne consomment presque pas d'électricité, mais utilisent de la chaleur en guise de source d'énergie.

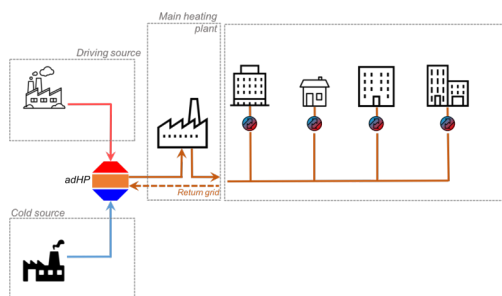
Jusqu'à présent, ces installations demeuraient toutefois relativement coûteuses. En outre, il n'existait pas de scénarios élaborés mettant en évidence dans quelles infrastructures thermiques existantes ce type d'installation pouvait s'intégrer au mieux. C'est pourquoi, avec son équipe de recherche, Stéphane Citherlet, physicien à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale à Yverdon, a évalué les applications pratiques possibles et déterminé les exigences techniques auxquelles les pompes à chaleur doivent répondre dans chaque cas. Ces travaux s'inscrivaient dans le projet conjoint « Utilisation de chaleur avec des pompes à chaleur d'adsorption », dans le cadre duquel d'autres sous-projets portaient sur le développement technique des installations, leur impact sur l'environnement et leur rentabilité. L'objectif du projet conjoint était de perfectionner les pompes à chaleur d'adsorption jusqu'à atteindre la maturité commerciale.

Utiliser plus efficacement la ressource chaleur

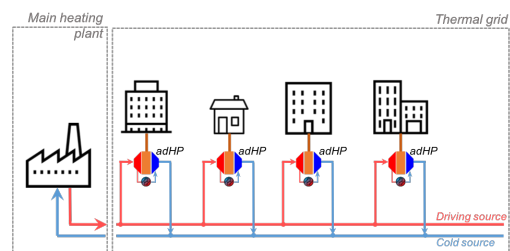
À l'avenir, ces installations doivent contribuer à réduire les émissions du gaz à effet de serre qu'est le CO₂, ainsi que la dépendance vis-à-vis de l'énergie nucléaire. En effet, en Suisse, l'énergie servant au chauffage et au refroidissement de bâtiments ou pour les processus industriels reste majoritairement issue de ressources fossiles et représente plus de la moitié de la consommation totale d'énergie du pays. Si la consommation d'électricité est considérée séparément, 40 % découlent du chauffage et du refroidissement de locaux ou de matériaux. Environ la moitié de cette électricité provient aujourd'hui encore des centrales nucléaires. « C'est pourquoi, cela vaut la peine de gagner en efficacité dans l'utilisation de l'énergie thermique », explique M. Citherlet. « Une façon d'y parvenir consiste précisément à exploiter la chaleur dissipée à l'aide de pompes à chaleur d'adsorption. »

Afin de trouver les meilleurs scénarios d'application pour les pompes à chaleur, les chercheuses et chercheurs ont commencé par élaborer un modèle informatique leur permettant de représenter les caractéristiques techniques et thermodynamiques de ces systèmes. Par ailleurs, ils ont chiffré le potentiel inexploité de chaleur dissipée à l'échelle de la Suisse et ont déterminé les températures requises par les réseaux de chauffage à distance et d'autres consommateurs potentiels. En effet, les besoins de chauffage ne sont pas les mêmes dans les bâtiments modernes à plancher chauffant et les constructions plus anciennes, moins bien isolées et dotées de radiateurs.

Générer la température souhaitée

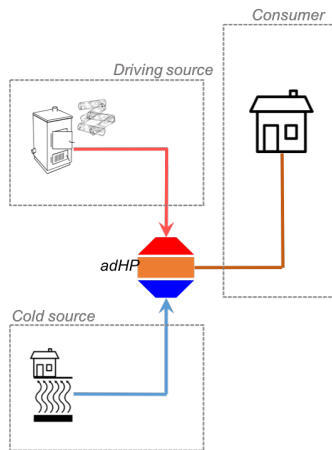


La pompe à chaleur (adHP dans l'illustration) valorise la chaleur basse température dissipée par des installations industrielles afin d'atteindre une température appropriée pour le réseau de chauffage urbain. Cela signifie que même une quantité relativement faible de chaleur résiduelle



Ici, des pompes à chaleur raccordées directement aux bâtiments réduisent la température issue du réseau de chauffage à distance à une température de chauffage appropriée. Ce procédé augmente automatiquement la capacité globale du réseau de chauffage, ce qui

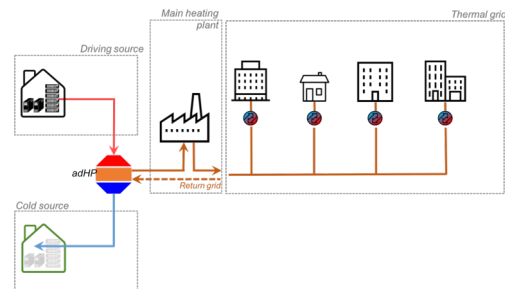
- comme celle émise par la deuxième installation industrielle dans l'illustration
- peut être utilisée. Citherlet et al.



Couplée à un chauffage à granulés de bois, l'installation optimise l'exploitation de la chaleur produite. Pour les bâtiments modernes à plancher chauffant, elle abaisse la température de chauffage, tandis que pour les maisons plus anciennes dotées de radiateurs, elle peut accroître la chaleur. Ce scénario assure également une utilisation plus efficace de la chaleur, indépendamment des conduites de chauffage urbain centralisées. Citherlet et al.

Dans ces scénarios, la pompe à chaleur doit faire face à différentes températures d'entrée et générer différentes températures de sortie. « Les processus et les températures de fonctionnement à l'intérieur de l'installation varient en

permet d'utiliser la chaleur plus efficacement. Le même scénario pourrait également être utilisé en sens inverse pour augmenter à des fins de chauffage les faibles températures récupérées à partir de chaleur dissipée. Citherlet et al.



Tout comme leurs homologues classiques, les pompes à chaleur d'adsorption sont réversibles et peuvent aussi servir au refroidissement. Ce quatrième scénario inclut l'ensemble de ces tâches de refroidissement. Les chercheuses et chercheurs se sont intéressés de plus près à deux études de cas : le refroidissement d'eau pour l'industrie du ciment et le refroidissement d'un centre de calcul – et ce avec leur propre chaleur dissipée, de sorte qu'aucune énergie supplémentaire n'est requise. Citherlet et al.

conséquence », explique M. Citherlet. La chaleur entrante est tout d'abord utilisée pour vaporiser de l'eau. Puis, la vapeur d'eau est dirigée vers un échangeur de chaleur en vue d'y être adsorbée et comprimée par un matériau de sorption. Ce processus continue d'échauffer la vapeur, dont la température est ainsi démultipliée. Enfin, la vapeur échauffée est recondensée en eau, qui peut transporter et restituer la chaleur accumulée.



Des scénarios à la technique

Pour mettre en œuvre les pompes à chaleur dans les différents scénarios, il est nécessaire d'ajuster les trois températures de fonctionnement des systèmes : haute, moyenne et basse. Pour chacun des quatre scénarios, les chercheuses et chercheurs ont calculé les températures de fonctionnement qui assurent le meilleur rendement. À titre d'exemple, les températures optimales sont de 95, 40 et 16°C pour le premier scénario, mais de 82, 58 et 48°C pour le deuxième scénario. Les chercheuses et chercheurs ont transmis ces exigences de température de fonctionnement aux équipes des sous-projets associés, où elles ont servi de base au développement technique des installations.

Pour finir, l'équipe de M. Citherlet a calculé la quantité d'énergie susceptible d'être économisée à l'avenir grâce à l'utilisation des pompes à chaleur d'adsorption et l'impact que cela aurait sur l'environnement. Résultat : l'introduction des quatre scénarios envisagés dans toute la Suisse d'ici 2050 permettrait à elle seule de réduire les émissions de gaz à effet de serre de jusqu'à 5 %.



Produkte aus diesem Projekt

- Project THRIVE : Heat utilisation with solid sorption technology
Date de publication: 15.07.15
- Project Poster : Heat Utilization with Solid Sorption Technology
Date de publication: 30.11.-1
- https://www.flickr.com/photos/ibm_research_zurich/sets/7215765130869314/
Date de publication: 30.11.-1
- Tests, simulation and validation of heat pumps applications
Date de publication: 14.12.18
- Nutzen statt wegwerfen
Date de publication: 22.07.15



Team & Kontakt

Prof. Stéphane Citherlet
Fachhochschule Westschweiz
LESBAT HEIG-VD
Avenue des sports 20
1401 Yverdon-les-Bains
+41 (0)79 785 73 02
stephane.citherlet@heig-vd.ch



Stéphane Citherlet
Direction de projet



Bruno Michel

Stefan Bunea Mircea



Peter Burgherr



Alexis Duret



Frank Elimar



Martin Guillaume



Catherine Hildbrand



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71



Xavier Jobard



Pierryves Padey

Cyril M'Ahmed



Daniel Pahud

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 17.12.2018.