

## DÉVELOPPEMENT ORIGINAL D'UNE THERMOPOMPE POUR PIÈCES INDIVIDUELLES

# De la chaleur pour les chalets

Les radiateurs électriques à accumulation sont de grands consommateurs d'énergie. C'est pourquoi le monde politique souhaite les retirer de la circulation. Les thermopompes compactes pour pièces individuelles représentent une alternative pour le chauffage des maisons de vacances, des pièces de bricolage ou des greniers. Le concept de ces thermopompes pour pièces individuelles séduit par sa simplicité: la chaleur de chauffage est prélevée dans l'air ambiant. Un raccord électrique suffit pour leur fonctionnement. Ce développement original permet de remplacer une génération plus ancienne d'appareils. Des investisseurs semblent intéressés par la commercialisation d'une thermopompe silencieuse et efficace du point de vue énergétique.



Andreas Kaiser, de la société de développement awtec, avec le modèle fonctionnel de la thermopompe. PHOTO: MORITZ HAGER.

**En 2000, un pavillon à deux étages construit à partir d'éléments préfabriqués a été érigé pour compenser le manque de place dans l'établissement scolaire Käferholz d'Affoltern dans le canton de Zurich.** Restait à savoir comment chauffer cet établissement provisoire? Plusieurs centaines de mètres de conduites auraient dû être installées pour le raccordement au chauffage central au gaz. On a préféré éviter les radiateurs électriques à accumulation en raison de leur mauvaise exploitation de l'énergie. Les responsables ont donc opté pour une solution originale: l'intégration de thermopompes qui prélèvent la chaleur de chauffage de l'air ambiant en utilisant le courant électrique. Une thermopompe a été installée dans chaque pièce du pavillon. Les corps de chauffe, un peu plus gros que les radiateurs traditionnels, ont été installés sous les tablettes des fenêtres

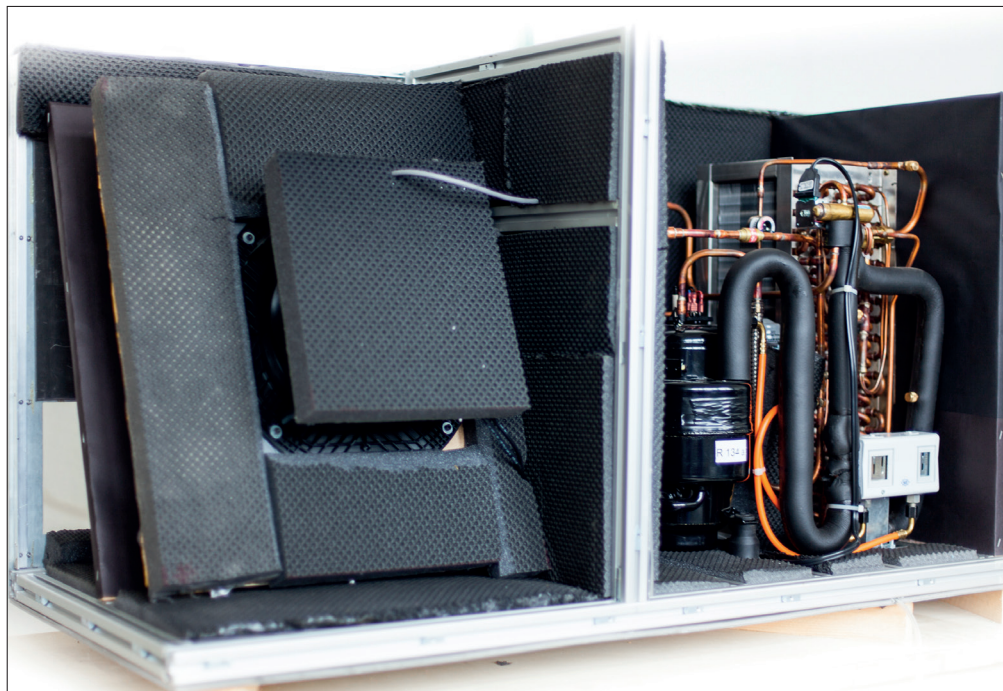
et raccordés avec l'air ambiant par deux perforations murales. Un écran de commande permet de régler la température de la pièce sur une plage de 14 à 25° C.

Les thermopompes pour pièces individuelles sont donc exploitées depuis 13 ans, depuis le développement du pavillon scolaire provisoire. Andres Roth, le gardien de l'établissement scolaire Käferholz, est satisfait de ces installations de chauffage. Les "petits défauts" que les thermopompes rencontraient au départ pour l'évacuation de l'eau de condensation ont été éliminés. Ces thermopompes portent le nom de la marque 'Hegnertherm'. Les appareils ont été conçus et fabriqués dans les années 90 par la société J. Hegner Energiesysteme AG À Galgenen (SZ). Toutefois, ils n'ont pu s'imposer sur le marché. Après quelques années, la société J. Hegner AG cesse de les produire. Selon le fabricant, la raison de cet échec serait leur prix de 4000 francs suisse, élevé par rapport aux radiateurs électriques à accumulation, mais également l'insatisfaction des clients due à des installations défectueuses. En outre, le niveau sonore trop élevé de ces appareils pour être installés dans des chambres à coucher s'est avéré problématique. Les défauts relevés par Andres Roth par rapport à l'évacuation de l'eau de condensation ont également provoqué des dégâts d'eau dans des appartements.

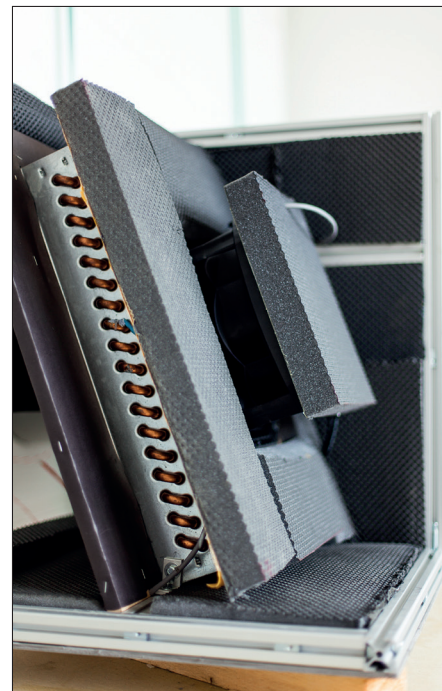
### LE MODÈLE FONCTIONNEL EST SILENCIEUX ET EFFICACE

"Le Hegnertherm n'était pas si mauvais, mais il souffrait de défauts de jeunesse qui n'ont pas été éliminés à temps par manque de temps et d'argent", se souvient Stefan Stahl en pensant aux années 90. Stefan Stahl a suivi sa formation d'ingénieur mécanicien à l'ETH de Zurich et travaille aujourd'hui chez awtec AG für Technologie und Innovation à Zurich Oerlikon, une entreprise de 25 employés spécialisée dans des prestations de développement technique. En 2010, l'Office fédéral de l'énergie commande à awtec de reprendre le concept de la thermopompe pour pièces individuelles et d'en faire

L'idée de base demeure fascinante: fabriquer un chauffage qui ne requiert d'un raccordement électrique, qui prélève la chaleur de chauffage de l'air ambiant et qui peut être appliqué dans des pièces individuelles sans être raccordé à un système de chauffage central.



La thermopompe: à gauche, le côté air intérieur dans lequel des ventilateurs restituent la chaleur dans l'air de la pièce par le biais d'un échangeur thermique à lamelles (condensateur). A droite, le côté air extérieur dans lequel les composants habituels de la thermopompe (compresseur, évaporateur, collecteur, soupapes, etc.) sont disposés. PHOTO: AWTEC



La chaleur est restituée dans l'air de la pièce avec des ventilateurs par le biais d'un échangeur thermique à lamelles (condensateur) sur le côté air intérieur. PHOTO: AWTEC

une technologie commercialisable. En effet, l'idée de base demeure fascinante: fabriquer un chauffage qui ne requiert d'un raccordement électrique, qui prélève la chaleur de chauffage de l'air ambiant et qui peut être appliqué dans des pièces individuelles sans être raccordé à un système de chauffage central. La société awtec a donc clarifié le potentiel d'une telle thermopompe sur les marchés suisse, allemand et français puis conçu un modèle fonctionnel visant à démontrer la faisabilité technique d'un système de chauffage de ce type.

Après un travail de développement d'environ deux ans, Stefan Stahl aboutit à un bilan intermédiaire positif: "Avec notre modèle fonctionnel, nous avons conçu une installation suffisamment silencieuse pour s'adapter aux hautes exigences du marché suisse". Nous avons pu réduire le niveau sonore à 30 dB (pleine charge). Ainsi, il est inférieur au Hegnertherm de 32 dB (basé sur l'appareil d'une puissance de 0.9 kW, la puissance moyenne parmi les trois classes de grandeurs fabriquées autrefois). Du point de vue de la puissance également, la nouvelle thermopompe pour pièces individuelles atteint l'objectif fixé à l'origine de 2 kW: la puissance de chauffage est de 1.9 kW. Par comparaison, la puissance de chauffage nominale des trois modèles du Hegnertherm était respectivement de 0.6 kW, 0.9 kW et 1,2 kW. L'efficacité énergétique de la thermopompe atteint également l'objectif poursuivi par les développeurs avec un COP de 3,5 pour 7/28 (A/A).

Cette nouvelle version est actuellement qui ce fait de mieux sur le marché du point de vue de l'émission de bruit et de l'efficacité énergétique. D'après Stefan Stahl, la seule question ouverte reste à savoir si les coûts de fabrication pourront être réduits comme prévu à moins de 500 EUR par kW de puissance de chauffage installée. Il est encore trop tôt pour pouvoir déterminer avec précision les coûts de fabrication. "Une autre phase technique est encore nécessaire pour régler quelques détails comme, par exemple, la problématique de l'eau de condensation", affirme Stefan Stahl, "nous pourrions ensuite construire un modèle de pré-série et évaluer de manière fiable les coûts."

#### ISOLATION ACOUSTIQUE DE TOUS LES COMPOSANTS

L'idée directrice centrale lors de la fabrication du modèle fonctionnel pour awtec était la réduction du bruit car une exploitation silencieuse est le critère principal pour le succès d'une thermopompe pour pièces individuelles. Les deux ventilateurs pour l'air intérieur et extérieur ainsi que le compresseur génèrent du bruit. D'autres sons peuvent être générés: le bourdonnement/vibration des panneaux de revêtement, le bruit aérien, le contact des composants vibrants, les bruits de circulation d'air, les bruits d'injection dans l'évaporateur, le bruit de circulation du liquide de refroidissement, les bruits de commutation lors du dégivrage ou le bourdonnement des

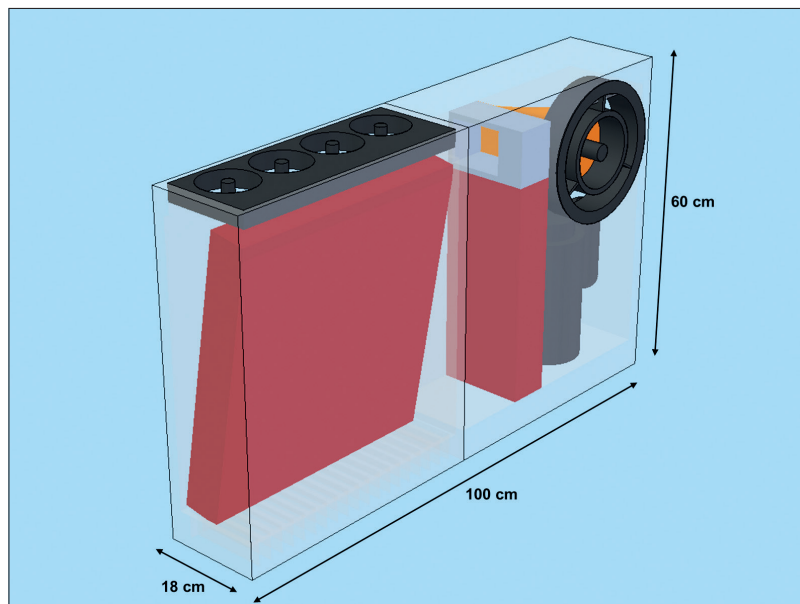
composants électriques. Pour cette raison, les ingénieurs d'awtec ont particulièrement veillé à l'isolation acoustique de tous les composants lors de la conception du nouveau modèle.

Grâce à toutes ces mesures, la thermopompe pour pièces individuelles est désormais silencieuse en comparaison avec les modèles précédents. Néanmoins, les développeurs visent encore d'autres améliorations. Les sondages ont démontré que les bruits générés la nuit sont déjà considérés comme dérangeants à partir de 25 dB (A). Jusqu'à présent, cette valeur n'a pu être atteinte qu'avec une réduction de la puissance. Bilan des développeurs d'awtec: "L'optimisation acoustique requiert une nouvelle construction et un partenaire disposant d'un savoir-faire spécifique et de meilleures possibilités de mesure, par ex. l'EMPA."

Avec la société Zehnder Group Produktion AG de Gränichen, le développement de la nouvelle thermopompe a été accompagné et cofinancé depuis le départ par un partenaire industriel compétent. Zehnder est une entreprise active au niveau international dans le domaine des chauffages et systèmes d'aération avec 3400 employés dans le monde et un chiffre d'affaires de 524 millions d'euros (en 2012). "Du point de vue technique, awtec a atteint un niveau absolument réjouissant", conclut Roland Diethelm, directeur du Zehnder Group Produktion Gränichen AG. A la fin, l'entreprise devait décider en interne si elle devait continuer d'accélérer le développement pour obtenir un produit commercialisable. Après mûre réflexion, elle a décidé autrement: «Il nous a semblé que l'investissement pour un produit commercialisable était encore trop important (miniaturisation, bruit, gestion de la condensation, réduction des coûts de fabrication)», affirme Roland Diethelm pour justifier cette décision. La société awtec est toujours d'avis «que le produit a le potentiel pour surmonter les obstacles techniques et pour être commercialisé avec succès», comme elle le mentionne dans son rapport final.

#### UN VOLUME DE MARCHÉ À 20 MILLIONS D'APPAREILS

Après la sortie de Zehnder, le projet d'une thermopompe moderne pour pièces individuelles se trouve dans une situation souvent récurrente dans le développement d'un produit innovant: un investisseur potentiel doit encore faire la balance entre les coûts de développement encore en cours et les chances sur le marché. Ce dit, le potentiel du marché semble tout à fait favorable. Une étude récente évalue le volume de marché à 20 millions d'appareils en Allemagne, en France et en Suisse. De plus, nous pouvons prévoir que les stratégies de la politique énergétique devraient encourager l'application de ce type de chauffage à l'avenir. Les radiateurs électriques à accumulation, intégrés en tant que solution de chauffage brevetée comme alternative aux sources d'énergies fossiles dans le



Représentation schématique du concept de la thermopompe: à gauche, le côté d'air intérieur (en haut, les ventilateurs pour le prélèvement de la chaleur dans l'air ambiant), à droite le côté air extérieur (avec l'admission et la sortie disposées de manière concentrique pour l'air extérieur).

GRAPHIQUE: AWTEC.

cadre de la crise du pétrole des années 70, pèsent sur l'indice de la politique énergétique car ils produisent de la chaleur avec une consommation électrique inutilement élevée. Avec la révision des règlements cantonaux dans le domaine de l'énergie (MuKen) en 2014, l'application déjà réduite de radiateurs électriques à accumulation devrait être de nouveau limitée. En Suisse, une évaluation réalisée en 2008 indique qu'environ 300 000 radiateurs électriques à accumulation étaient installés dans 73 000 appartements ou maisons. Les chauffages absorbent environ 2% de la consommation électrique totale (1000 GWh). Si ces derniers étaient tous remplacés par de performantes thermopompes pour pièces individuelles, la consommation électrique serait réduite d'un tiers. Une large application de thermopompes pour pièces individuelles pourrait dès lors jouer un rôle déterminant dans l'économie d'électricité.

Il manque juste un entrepreneur courageux pour réaliser ce potentiel énergétique. "Nous recherchons un nouveau partenaire qui voit les chances de la thermopompe pour pièces individuelles sur le marché", dit Roland Brüniger lui-même dirigeant d'une société d'ingénieurs et coordinateur des activités de recherche de l'Office fédéral de l'énergie dans une relation client-avocat dans le domaine des "technologies et applications électriques". En tant qu'entrepreneur, Roland Brüniger sait que l'intuition joue un rôle en plus de tous les éléments rationnels pour prendre une décision concernant un investissement de ce type. "La thermopompe est un concept technique séduisant. Il nous faut désormais un entrepreneur convaincu pour investir." Les négociations avec les investisseurs potentiels semblent sur la bonne voie, affirme M. Brüniger.