



RÉNOVATION DE BÂTIMENT CONFORME À LA NORME
D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE MINERGIE-P « LA CIGALE »:

ACCUMULATEUR THERMIQUE EN GLACE

Les deux bâtiments de la Rue de Vermont et de la Rue du Vidollet à Genève avec un total de 273 appartements et une surface de référence énergétique

||||| TEXTE: BENEDIKT VOGEL

Deux immeubles de huit étages avec un total de 273 appartements de 3 à 4 pièces ont été construits en 1952 dans le centre de Genève, rue de Vermont, à mi-chemin entre la Gare Cornavin et le Palais des Nations. Lorsque la rénovation complète des deux immeubles s'est imposée en 2009, les propriétaires se sont lancé un défi ambitieux: une rénovation conforme à la norme Minergie-P. Celle-ci est possible uniquement avec une isolation thermique haut de gamme de l'enveloppe du bâtiment et l'intégration d'une ventilation à double flux. La rénovation s'est terminée en mars 2014 après 13 mois de travaux. La consommation annuelle pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire sur la surface de référence énergétique de 111 kWh/m² (avant la rénovation) est passée à 34 kWh/m², ce qui représente une réduction d'env. 70 %. Un programme de mesure planifié sur deux ans analysera

désormais les consommations réelles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire puis comparera le rendement du système de chauffage avec les valeurs de la simulation afin d'optimiser le système de chauffage global.

Dans le cadre de la rénovation, la façade a été équipée d'une isolation thermique de 240 mm d'épaisseur et revêtue d'éléments préfabriqués en bois. Les fenêtres ont été remplacées et le toit isolé. Les balcons représentaient alors un élément important de la rénovation énergétique. Ils ont été fermés avec une membrane de verre et ainsi transformés en loggias pour une utilisation sur l'année complète. L'alimentation en air frais fonctionne de nouveau par le biais d'une ventilation à double flux qui permet de récupérer 80 % de la chaleur contenue dans l'air évacué qui sert ensuite à réchauffer l'air frais. Grâce à des mesures appropriées et à la remarquable rapidité des travaux de rénovation, les habitants n'ont pas dû être délogés.



Photo: Energie Solaire SA

AU PRINTEMPS 2014, LA RÉNOVATION DE DEUX IMMEUBLES À APPARTEMENTS DE LA COOPÉRATIVE D'HABITATION «LA CIGALE» A ÉTÉ EFFECTUÉE. IL S'AGIT DE LA PLUS GRANDE RÉNOVATION DE BÂTIMENT CONFORME À LA NORME D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE MINERGIE-P JAMAIS RÉALISÉE EN SUISSE. LA CONSTRUCTION PEUT AUJOURD'HUI ÊTRE ALIMENTÉE EN GRANDE PARTIE EN ÉNERGIE DE CHAUFFAGE ET EN EAU CHAUDE SANITAIRE D'ORIGINE SOLAIRE GRÂCE À L'ISOLATION THERMIQUE EFFICACE ET À L'UTILISATION D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE INNOVANT AVEC ACCUMULATEUR DE GLACE INTÉGRÉ. L'EXEMPLE POURRAIT FAIRE ÉCOLE.

totale de 19000 m².

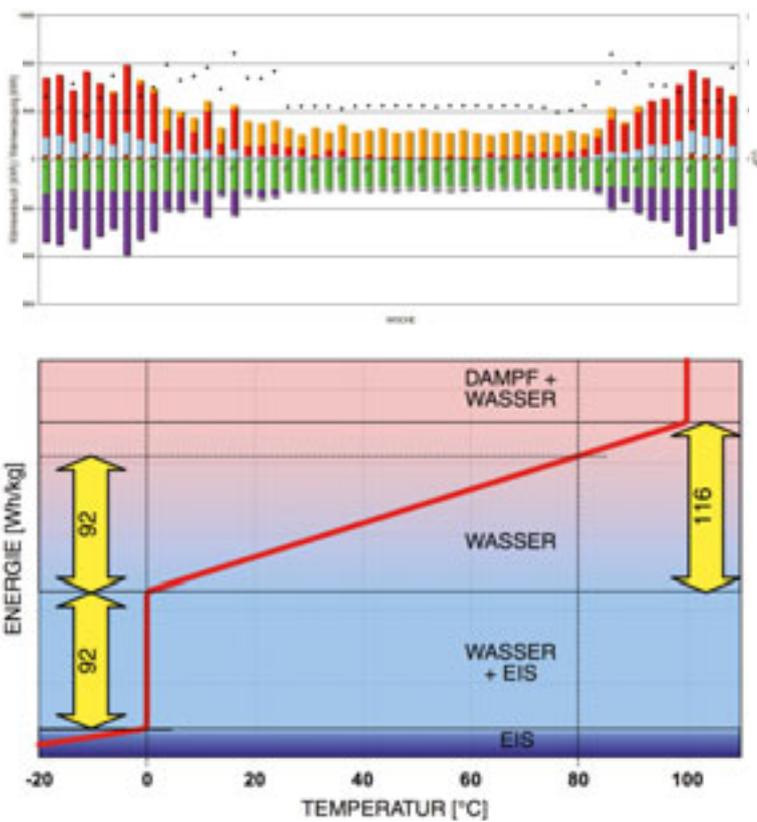
CAPTEURS SOLAIRES POUR BASSES TEMPÉRATURES

Avant la rénovation, une chaufferie au mazout fournissait la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Cette dernière a consommé en moyenne 300 000 litres de mazout par an. La consommation énergétique est nettement plus basse depuis la rénovation et la majeure partie de la chaleur provient du soleil. Un total de 1680 m² de capteurs solaires a été installé sur les deux bâtiments. Les toits sont favorablement orientés sud-est ou sud-ouest et présentent une inclinaison de 22%. Durant les mois d'été, la toiture solaire assure l'alimentation en eau chaude sanitaire chauffée entre 50 et 60 degrés. L'automne, l'hiver et le printemps, lorsque l'énergie solaire est plus basse, cinq pompes à chaleur raccordées en série (5 x 100 kW répartis dans les deux bâtiments) comblent le manque. Elles mettent l'eau préchauffée (10 – 40° C) dans les capteurs solaires à disposition en utili-

sant l'énergie renouvelable de l'eau chaude pour l'eau chaude sanitaire (50 – 60° C) et le chauffage (30 – 35° C). Une température d'entrée de 30 – 35° C suffit pour un bâtiment qui dispose d'une bonne isolation thermique. C'est pourquoi le système d'eau chaude peut être réglé sur des températures relativement basses. Le présent projet implique l'utilisation de capteurs solaires non vitrés qui exploitent bien le rayonnement solaire, même faible. Ces capteurs sont également adaptés pour absorber le rayonnement solaire indirect et la chaleur de l'air ambiant. Grâce à cette propriété, les capteurs solaires permettent un rendement supplémentaire pouvant atteindre 150 W/m². « Par mauvais temps ou la nuit, nos capteurs fonctionnent comme des échangeurs thermiques », affirme Wolfgang Thiele, directeur et actionnaire majoritaire de la société Energie Solaire SA (Sierre), qui a fabriqué les capteurs et élaboré le concept de chauffage pour le projet de rénovation «La Cigale».



Wolfgang Thiele, CEO de la société Energie Solaire SA, avec un capteur à basse température : une couche d'oxyde de chrome appliquée dans un processus de galvanisation sur l'absorbeur en acier inoxydable sert de revêtement sélectif. Ce revêtement assure une bonne absorption et peu de pertes thermiques.



L'illustration indique que l'eau, à température constante, peut absorber ou libérer de considérables quantités d'énergie lors du changement de phase entre solide et liquide.

DES ACCUMULATEURS DE GLACE EN TANT QUE RÉSERVE D'ÉNERGIE

Le système de chauffage ('Flex IceSol') des deux immeubles genevois rénovés comprend un troisième élément en plus des capteurs et des pompes à chaleur: l'accumulateur de glace (un dans chaque bâtiment). Un accumulateur de glace se compose d'un réservoir d'eau d'une capacité de 30 m³. Ce réservoir ne contient pas d'eau chaude comme un chauffe-eau mais de l'eau à 0° C ou quelques degrés de plus. Les accumulateurs de glace complètent efficacement le système de chauffage à basse température. Ils sont en mesure d'accumuler de grandes quantités d'énergie dans de l'eau froide. Pour cela, les accumulateurs de glace exploitent un phénomène physique: l'eau libère de grandes quantités d'énergie dans le cadre de son passage de l'état liquide à l'état solide. Pour illustrer: lorsqu'un litre d'eau à 0° se transforme en glace à 0 degré, la quantité d'énergie libérée est la même que lors du refroidissement de l'eau de 80 à 0° C. Les deux accumulateurs de glace de «La Cigale» peuvent accumuler une chaleur de cristallisation de 4 062 kWh ; ceci correspond approximativement aux besoins énergétiques des bâtiments pendant une journée d'hiver.

Les accumulateurs de glace peuvent conserver l'énergie excédentaire et la mettre à la disposition de la pompe à chaleur en temps voulu. Lorsque la pompe à chaleur obtient l'énergie à partir de l'accumulateur de glace, le mélange eau-glace gèle plus vite dans l'accumulateur ; si les capteurs obtiennent de nouveau de la chaleur, celle-ci est utilisée pour faire fondre la glace. En temps



Photo: Faifo SA

La vie intérieure d'un accumulateur de glace : les tuyaux en plastique remplis de glycol (illustration) sont entourés d'un mélange eau-glace et servent d'échangeurs thermiques.

normal, la température oscille autour de 0° C dans l'accumulateur de glace mais peut également être légèrement supérieure lorsque l'énergie solaire est plus forte. Le rendement des capteurs est exploité de manière optimale et la température d'entrée de la pompe à chaleur est optimisée afin d'assurer un bon niveau d'efficacité. L'accumulateur de glace contribue à utiliser l'énergie solaire de manière optimale à basse température. « Les installations solaires normales n'utilisent pas les basses températures. Ces basses températures peuvent servir à dégeler l'accumulateur de glace », affirme Thiele. En été, les accumulateurs de glace et la pompe à chaleur sont inactifs. L'eau des capteurs réchauffe directement l'eau chaude sanitaire.

UNE GRANDE PART DE CHALEUR SOLAIRE

Le système de chauffage composé des capteurs solaires, de la pompe à chaleur et des accumulateurs de glace permet d'obtenir 82 % de l'énergie de chauffage et de l'eau chaude sanitaire à partir de l'énergie solaire. 13 % sont couverts par le courant (pour l'exploitation de la pompe à chaleur), les 5 % restants par un chauffage au gaz (puissance de 500 kW) exploité uniquement lors

de journées d'hiver particulièrement froides pour couvrir les besoins supplémentaires. « Il s'agit de la consommation standardisée », souligne Wolfgang Thiele. La consommation effective sera maintenant mesurée à l'occasion d'une campagne de mesure sur deux ans. Cette campagne est subventionnée par l'Office fédéral pour l'énergie dans le cadre d'un projet de démonstration. « Ces mesures nous aideront à améliorer notre système de chauffage, par exemple, en optimisant la régulation des différents appareils », ajoute Thiele.

La rénovation des deux immeubles d'habitation a coûté 19,5 millions de francs dont 1,9 million pour l'installation de chauffage complète (travaux d'installation inclus). Environ 2 millions de Francs ont été subventionnés par la Confédération et le canton de Genève. Le reste a été financé grâce à un crédit bancaire à la charge des coopérateurs. Ces coûts sont considérablement compensés par la baisse de frais d'exploitation. « La rénovation annule une partie substantielle des dépenses destinées au mazout. Ces économies nous permettent de compenser une partie des frais de rénovation », affirme Alexandre Molinari, responsable du développement durable chez Brolliet SA, société de gestion immobilière. Nous ne connaissons actuellement pas exactement la portée de cet effet économique sur le budget, dans la mesure où la rénovation n'est terminée que depuis peu. Selon une évaluation, la facture pour un appartement de 4 pièces est calculée comme suit: le loyer augmente de 190 Fr/mois pour le financement de la rénovation énergétique et l'amélioration du confort qu'elle implique. En revanche, les charges pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire baissent de 80 Fr. (cela correspond approximativement à la moitié du montant de 150 Fr. facturé jusqu'à présent). En conclusion, les habitants paient donc 110 Fr de plus par mois. Une étude complémentaire doit maintenant analyser la modification du comportement individuel des habitants dans leur logement rénové.

UNIQUEMENT POUR LES BÂTIMENTS À L'EXCELLENTE ISOLATION

Les systèmes énergétiques avec accumulateur de glace à l'image de «La Cigale» pourraient faire école. Les objets équipés d'une enveloppe de bâtiment très bien isolée (Minergie, Minergie-P) dont le circuit de chauffage fonctionne à basse température, entrent en ligne de compte. Le modèle pourrait également être très attrayant pour les rénovations fortement orientées sur les énergies renouvelables pour lesquelles une pompe à chaleur ne représente une alternative ni réalisable ni économique, que la source de chaleur soit une sonde terrestre ou l'air extérieur. En outre, l'application dans le domaine industriel qui implique des rejets thermiques ou des eaux usées à basse température, est envisageable. Jusqu'à présent, seule une poignée d'accumulateurs de glace sont en service. Le projet genevois est de loin le plus grand. Différents fabricants de chauffages travaillent sur des concepts similaires. Il existe suffisamment d'applications possibles: 70 % des bâtiments en Suisse doivent subir une rénovation énergétique.

|||||