



Chantier

Stockage de glace et thermofrigopompe à la Samaritaine

Le confort des clients de la Samaritaine, bâtiment historique qui a été en travaux pendant plus de dix ans, est assuré par une thermofrigopompe 6-tubes à transfert d'énergie de chez Mitsubishi Electric associée à un stockage de glace.

Le grand magasin parisien a fermé ses portes en 2005 pour des raisons de sécurité. Ce n'est que cinq ans plus tard que la réhabilitation de la nouvelle Samaritaine a été menée par les architectes SANAA et SRA. Le bureau d'études technique Barbanel a quant à lui été contacté en mai 2010 pour orchestrer cette rénovation, se souvient Sébastien Vidal, directeur associé de Barbanel. « Après la révision du PLU pour lancer le réaménagement du site, le projet a été lancé en juin 2010 et l'idée d'un programme multi-activités a pris forme. » Des patios ont été créés pour amener de la lumière naturelle, le bâtiment est passé d'une surface de 80 000 m² à 70 000 m², le grand magasin avec les commerces s'étend désormais du sous-sol au 1^{er} étage. Aux étages supérieurs, on retrouve des bureaux, 70 logements sociaux et une crèche de 96 berceaux. La Samaritaine a également ouvert un palace alimenté en eau glacée par une boucle hydraulique globale au projet.

Auparavant, le site était rafraîchi par des groupes froid en toiture et chauffé par le réseau de chaleur CPCU. Barbanel a souhaité conserver les services de la Compagnie parisienne de chauffage urbain pour les besoins de chaud du site en appoint – la Samaritaine a en effet été un des premiers sites raccordés au réseau de chaleur parisien en 1928 –. « Le maître d'ouvrage souhaitait dès l'origine du projet atteindre des performances énergétiques exigeantes comme le plan climat Paris



L'édifice intégralement équipé des produits Mitsubishi Electric de la gamme Climaveneta a obtenu de nombreuses certifications et Labels : HQE « Bâtiments Tertiaires », Leed Gold et Breeam Excellent, BBC.

(devenu Plan Climat Energie) et atteindre des coefficients d'énergie primaire sur la partie rénovation sous le seuil de 80 kWh/m².an et 50 kWh/m².an pour les bureaux neufs. Les bâtiments sont également inscrits dans des démarches environnementales comme HQE « Bâtiments Tertiaires », Leed Gold, Breeam Excellent et des labels Effinergie Rénovation et BBC. D'où notre choix de proposer pour l'époque des solutions innovantes. C'est pourquoi nous avons privilégié la géothermie avec du stockage de glace comme premier système de production, complété par le réseau urbain Climespace », explique Sébastien Vidal.

Création d'une sous-station

Pour mettre en place cette solution, une sous-station urbaine a été créée au niveau - 3 dans le magasin 4. Cette sous-station Climespace de 11 MW dessert via une boucle secondaire l'ensemble des bâtiments avec les magasins 1, 2, 3, 4 et La Belle Jardinière. Une production autonome basée sur un échange géothermique est alors mise en œuvre pour assurer des transferts d'énergie entre les activités du site et répondre au premier besoin chaud et froid des bâtiments

par le biais d'un thermofrigopompe. Le puits de puisage et deux puits de rejet profond d'une vingtaine de mètres sont distancés de « 100 mètres pour éviter le recyclage de l'eau », ajoute le directeur du BE. Six sous-stations secondaires indépendantes ont aussi été créées : deux pour les logements sociaux, une pour la crèche, une pour les bureaux, une pour le palace et une pour les commerces. Chacune des sous-stations est raccordée via un échangeur à plaques aux réseaux chaud CPCU et froid Climespace en complément de puissance. A noter que les logements et la crèche ne sont pas alimentés en Climespace pour le moment.

Deux thermofrigopompes dont une en secours

Une thermofrigopompe fonctionne donc en priorité pour les bureaux. Une autre a été installée en secours. Elles ont été installées dans la sous-station primaire. L'innovation de la solution réside dans la mise en place d'une thermofrigopompe et d'un stockage de glace. Ce dispositif rend possible la production simultanée de chaud, de froid et transfert d'énergie, et permet de limiter les appels de puissance et d'exploiter au maximum le potentiel





Les thermofrigopompes sont situées dans la sous-station primaire au niveau - 3.

géothermique. « Cette ressource locale principalement destinée aux bureaux dans le but de réduire les consommations conventionnelles (calcul RT) peut également alimenter les commerces et les parties communes des différentes entités », ajoute Sébastien Vidal. Le stockage de glace a permis d'optimiser au maximum le potentiel de la nappe, explique le BET Barbanel. « La GMI limite les échanges thermiques à 500 kW avec le sous-sol et peut permettre le stockage saisonnier d'énergie en utilisant l'inertie thermique du sous-sol. L'idée était d'utiliser une thermofrigopompe de 350 kW en froid négatif en géothermie de minime importance de 80 m³/h de pompage sur nappe et 500 kW d'échange thermique. Les bacs de stockage sont chargés en froid la nuit et le week-end, en complément de puissance. Quand on fait du stockage de glace, on va mettre le groupe froid en négatif -6 °C/-1 °C. On transfère à l'aquifère les calories stockées dans les bacs pour créer de la glace. Le stockage de glace peut atteindre 11 MW. Lors du déstockage, on repasse en régime positif, les pompes sont activées pour puiser les frigories contenues dans les bacs de glace et les transférer vers les besoins terminaux. C'est le double point de consigne positif négatif de la thermofrigopompe », développe Sébastien Vidal. Ce dernier rappelle que le stockage de glace est souvent associé à des groupes froid et qu'il est « assez rare » d'avoir recours à une thermofrigopompe.

Équipements 6-tubes

Julien Marillier, responsable grands projets chez Mitsubishi Electric – qui accompagne Barbanel pour ce projet –, précise que les thermofrigopompes sont des équipements 6-tubes, mises sur le marché au début des années 2010. « Au lieu d'externaliser la régulation et d'utiliser des jeux de vannes hydrauliques pour diriger le flux en fonction des modes de fonctionnement, ce type de machine se compose de trois



Le système de stockage de glace est associé au fonctionnement des thermofrigopompes.

échangeurs distincts : un pour la production d'eau glacée en double point de consigne positif négatif (avec le stockage de glace), un autre pour la production d'eau chaude pour la récupération d'énergie et un troisième raccordé à la nappe afin de puiser ou rejeter des calories. L'intelligence du système est intégrée dans la régulation de la machine, ce qui permet à la fois de simplifier la régulation et la partie hydraulique. » Julien Marillier ajoute qu'un système de confinement du fluide frigorigène R134a a été mis en place sur la thermofrigopompe « en cas de détection de fuite pour répondre aux exigences de la certification Breeam ».

Cinq scénarios de pilotage

Pour les émetteurs, la thermofrigopompe alimente des plafonds rayonnants en régime 14 °C/17 °C pour une puissance de 820 kW pour les bureaux, quelques ventilo-convecteurs et des CTA. Chaque centrale de traitement est équipée de batterie froide et batterie chaude. Les commerces sont eux alimentés par des ventilo-convecteurs et des mini-CTA. Certaines CTA sont en sous-sol, d'autres ont été dispatchées sur le toit. « En toiture, des locaux techniques alimentent les bureaux (on y retrouve des CTA et désenfumages) pour faciliter les prises d'air et les rejets d'air. Un système de récupération et de réutilisation des eaux de pluie a été mis en place », souligne Sébastien Vidal. Pour le pilotage du bâtiment, l'exploitant a la main sur cinq scénarios : un de nuit avec le stockage de glace, un avec stockage et fourniture de froid, un pour le fonctionnement journalier sur la thermofrigopompe uniquement, un pour la thermofrigopompe et le complément déstockage de glace, et enfin un scénario en cas de panne de la thermofrigopompe (déstockage de glace donc).

Le lancement des travaux avait été effec-

tué en 2015, avec une livraison des machines en 2017 pour une mise en service en fin d'année 2019, juste avant la période de Covid. Côté architecture de la bâtisse, des contraintes d'aménagement de gaines avaient été relevées. Le pas d'étage réduit du magasin 2 (bâtiment classé) a engendré via les passerelles le même pas d'étage sur le bâtiment neuf construit face à la

rue de Rivoli. De ce fait, la réalisation de bureaux dans les standards actuels (hauteur libre 2,70 m) a conduit à une mutualisation des installations structurelles et techniques. Le pas d'étage étant de 3,05 m sans le moindre poteau portant en zone centrale. La seule solution a été de passer une gaine par réseau venant alimenter un diffuseur avec une vanne à air.

Sébastien Vidal tient enfin à souligner qu'un projet 3D « une sorte de prémices du Bim » pour la conception dès 2011 avait été mis en place à l'époque. En conception, le BET a extrudé les sous-sols des plans architectes et structurels afin de réaliser une pré-synthèse en 3D de la multitude de réseaux devant s'intégrer dans des niveaux figés par l'existant et dont la hauteur était extrêmement réduite. De même pour les locaux techniques en super structure, ces derniers ont été développés dans des volumes extrêmement restreints ●

LES CHIFFRES CLÉS

PARTIE BUREAUX NEUFS :

CEP du projet : 52,3 kWhep/m².an

CEP ref : 150,9 kWhep/m².an

Soit un gain de 65,4 % RT 2005

PARTIE LOGEMENTS EXISTANTS :

CEP du projet : 60,9 kWhep/m².an

CEP ref : 154,7 kWhep/m².an

Soit un gain de 60,0 % RTex

PARTIE BUREAUX EXISTANTS :

CEP du projet : 49,1 kWhep/m².an

CEP ref : 138,6 kWhep/m².an

Soit un gain de 64,6 % RTex

PARTIE CRÈCHE :

CEP du projet : 60,9 kWhep/m².an

CEP ref : 135,6 kWhep/m².an

Soit un gain de 55,1 % RTex