

Récupération de chaleur

EAUX GRISES : UN GISEMENT CONVOITÉ

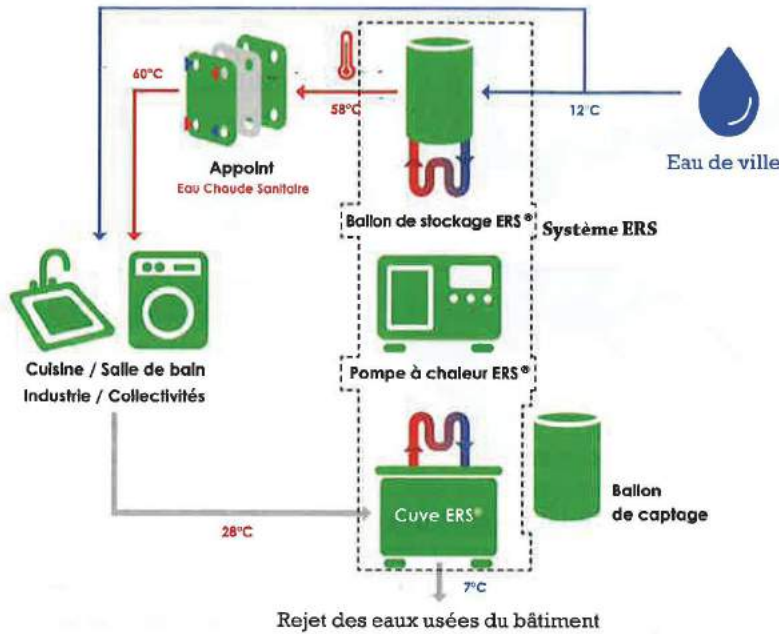
Présents en France depuis une dizaine d'années, les systèmes de récupération de chaleur sur eaux grises ont gagné en conformité réglementaire et en performance. Leur choix relève d'un compromis entre les économies d'énergie possibles et le retour sur investissement.

En termes d'énergie, c'est un gâchis insensé : tous les jours, le consommateur rejette à l'égout une eau entre 20 et 30 °C issue des douches, lavabos, lave-vaisselles... Cette énergie « fatale » représente un gisement énorme. « Sur les bâtiments RT2012, pour lesquels les consommations de chauffage ont déjà été réduites, l'ECS constitue maintenant le premier poste de consommation thermique avec 20 à 30 kWhep/m²/an », résume Christian Cardonnel, consultant en efficacité énergétique et environnementale du bâtiment. Ce n'est donc pas un hasard si la récupération de la chaleur fatale sur les eaux grises et usées est désormais considérée comme une énergie renouvelable selon la loi de Transition énergétique de 2015. On parle désormais d'EnR & R pour Énergies renouvelables et de récupération.

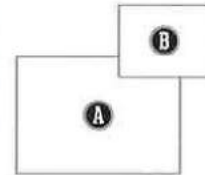
Les premiers systèmes pour mettre en œuvre cette récupération sont apparus sur le marché français il y a une dizaine d'années, avec le précurseur Powerpipe, de l'entreprise canadienne Solénove. Le Powerpipe consiste en un système dit « passif » : un échangeur statique en cuivre enveloppant le conduit d'évacuation des eaux grises permet de récupérer instantanément les calories des effluents pour réchauffer, selon les configurations, l'arrivée d'eau froide au niveau du mitigeur, ou le ballon d'eau chaude, ou les deux. Aujourd'hui, à côté du Powerpipe désormais revendu par la société Norellagg (Solénove s'étant retiré du marché français), plusieurs fournisseurs proposent des solutions très similaires : EHtech (gamme Obox), Gaïa Green (gamme ReQup), Wis Element (Ekô) et Evolsys... Leurs gammes se déclinent généralement en deux types d'échangeurs : des ■■■■



Principe de fonctionnement de la solution ERS Biofluides Environnement



Source : Biofluides Environnement



A.B. Le système est basé sur un bac de récupération des eaux grises, à partir duquel un échangeur transmet les calories à une pompe à chaleur (PAC). Cette dernière permet de produire de l'eau chaude jusqu'à 58 °C pour alimenter une distribution de chauffage ou d'ECS.



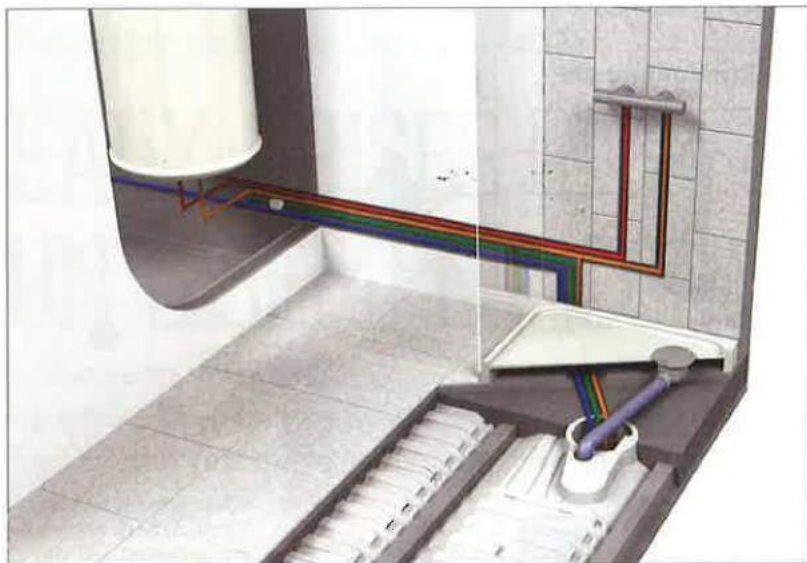
© Biofluides Environnement

LEXIQUE

Eaux grises, eaux-vannes, eaux usées

- **Les eaux grises**, ou eaux ménagères, proviennent de la cuisine, de la salle de bains et de la machine à laver. Elles peuvent charrier des résidus comme des graisses, des fibres de textile ou des cheveux.
- **Les eaux-vannes** (ou eaux noires) proviennent des sanitaires. Elles charrient de la matière fécale pouvant causer un embourbage dans les échangeurs.
- **Les eaux usées** sont constituées de l'ensemble des eaux grises et des eaux noires.

Sur les bâtiments anciens, les réseaux d'eau grises et d'eau noire ne sont traditionnellement pas séparés, si bien que l'ensemble des conduits évacue des eaux usées. Sur les bâtiments neufs, où ces réseaux doivent être séparés (en vertu du DTU 60.11 Plomberie), les eaux noires et grises se rejoignent au niveau du rejet à l'égout. ■



Avec la solution Milliwatt Ôbox, KP1 et EHtech ont collaboré pour fusionner deux technologies : celle des planchers en entrevous polystyrène à forte performance thermique et celle des systèmes de récupération instantanée de chaleur sur eaux grises.

■ ■ ■ tubes verticaux plutôt adaptés au gravitaire pour les immeubles collectifs, et des échangeurs horizontaux à placer sous le caniveau de douche, davantage adaptées aux maisons individuelles de plain-pied et aux appartements en rez-de-chaussée. Piscines et gymnases, pour lesquels la consommation des douches n'est pas négligeable, sont également concernés.

À titre d'exemple, la gamme de Gaïa Green comprend trois récupérateurs verticaux de 1,20, 1,50 ou 2,10 mètres de long, ce dernier affichant un prix public de 750 € HT, ainsi qu'un récupérateur horizontal à 1.100 € HT. Si chacun peut être placé directement au niveau du logement, le

REHABILITATION

Une récupération moins évidente

Difficile d'envisager une récupération de chaleur sur eaux grises en réhabilitation. Et pour cause : « Sur 90 % des bâtiments anciens, la séparation entre les réseaux d'eaux grises et d'eaux noires n'existe pas, or les récupérateurs ne sont pas adaptés aux eaux noires en raison de problèmes d'encrassement, résume Robin Van Bree, gérant de Gaïa Green. Par ailleurs, sauf opération lourde impliquant un remplacement des réseaux, il n'y a pas toujours la possibilité technique d'insérer un échangeur sur l'évacuation des eaux grises. » L'entreprise annonce cependant développer un nouveau produit adapté à la réhabilitation, dont l'insertion serait possible sans avoir à ouvrir les conduites d'évacuation. Le problème est d'autant plus grand pour les systèmes actifs type ERS et Facteur 7, qui nécessitent un espace conséquent en local technique. « D'autres solutions offrent sur ce type de projet un meilleur compromis, comme les PAC air-eau récupérant les calories sur la VMC et sur les fumées de la chaudière gaz, qui peuvent s'avérer jusqu'à 30 à 40 % moins cher en coût global », remarque Jean-Pierre Hue, responsable du pôle technique et énergie chez ICF Habitat La Sablière. ■

fournisseur propose aussi une solution collective sous la forme d'un assemblage de tubes verticaux placés en pied d'immeuble. « Cette configuration permet de bénéficier d'un meilleur taux de simultanéité pour la récupération, et donc déduire le nombre de tubes », explique Roben Van Bree, gérant de Gaïa Green. L'investissement peut alors tomber à 400 € HT/logement.

Vers une configuration optimale

Pour quel bénéfice ? Ces systèmes affichent une efficacité de récupération de 55 à 65 % en vertical et 45 % à 55 % en horizontal, permettant de gagner jusqu'à 15 °C sur le préchauffage de l'eau froide et de réduire la facture d'ECS jusqu'à 50 %. Question économie d'énergie et retour sur investissement, « tout est fonction des contraintes technico-économique du projet », souligne Roben Van Bree. Si la configuration collective est moins coûteuse, c'est aussi la moins intéressante d'un point de vue énergétique. « La longueur de tuyauterie abaisse l'efficacité globale du dispositif en raison des pertes de chaleur en ligne. Il convient aussi de favoriser des bâtiments verticaux et compacts où l'on peut récupérer en gravitaire, plutôt que rajouter des pompes de relevage qui nuisent là aussi au bilan global », explique Christian Cardonnel. En collectif, le gain sur l'indicateur de consommation d'énergie primaire (Cep) de la RT2012 d'un tel système peut atteindre 3 à 5 kWhep/m²/an, pour un retour sur investissement entre 5 et 8 ans.

À l'inverse, placer un récupérateur sous chaque logement s'avère plus coûteux, mais préférable d'un point de vue énergétique. « La configuration optimale, lorsque sa mise en œuvre est possible, consiste à alimenter à la fois l'entrée d'eau froide et le ballon d'eau chaude individuel à partir de l'échangeur, ce qui permet de récupérer à la fois en instantané sur la douche, et de valoriser les eaux chaudes provenant des équipements ménagers et des lavabos », note Christian Cardonnel. Le gain sur le Cep peut alors s'échelonner entre 5 et 8 kWhep/m² pour des retours inférieurs ou égaux à cinq ans.

Par ailleurs, des écarts sont à prévoir en conditions réelles par rapport aux efficacités théoriques affichées par les fabricants et déterminées par le CSTB. Le bureau d'étude Amoès a publié en 2014 une étude (en libre accès sur son blog) des performances d'un tube Powerpipe installé sous la douche d'une maison individuelle. « Les mesures n'ont pu valider le rendement de l'échangeur seul com-



© Immobilière 3F

Sur la réhabilitation en 2009 d'un immeuble de 80 logements à Villejuif, l'ERS de Biofluides a permis à 3F Immobilière de diviser de 43% les charges d'ECS pour un investissement de 1 600 € par logement.

muni par le fabricant. En théorie, il aurait dû être de 61,3% à 4 l/mn et de 55,4% à 8 l/mn, alors que l'étude constate respectivement une efficacité 46% à 4 l/mn et de 42% à 8 l/mn», précise notamment Amoès. «De nouvelles architectures de distribution d'ECS dans le bâtiment collectif restent également à expérimenter pour optimiser encore l'efficacité de ces systèmes, fait valoir Christian Cardonnel. En Allemagne, on voit par exemple apparaître des ballons d'eau chaude intermédiaires grâce auxquels la douche d'un occupant peut préchauffer ultérieurement celle d'un autre. Dans certains logements, les calories récupérées permettent aussi de préchauffer l'eau du lave-vaisselle pour diminuer les consommations électriques».

Récupération de chaleur différée

Une autre famille de systèmes dits «actifs» permet d'aller plus loin dans la performance énergétique. Ces systèmes dédiés au collectif et au tertiaire sont basés sur un bac de récupération des eaux grises, à partir duquel un échangeur transmet les calories à une pompe à chaleur (PAC). Cette dernière permet de produire de l'eau chaude jusqu'à 58 °C pour alimenter une distribution de chauffage ou d'ECS. Capables d'opérer grâce à ce fonctionnement une récupération de chaleur en différé à l'inverse des systèmes passifs, ces systèmes consomment en contrepartie de l'électricité pour le fonctionnement de leur PAC. Deux fournisseurs sont présents sur ce créneau : l'acteur historique Biofluides Environnement avec sa solution ERS commercialisée depuis 2009 (voir schéma de fonctionnement p. 39), et son concurrent récent, Solaronics Chauffage, avec sa solution Facteur 7. Ce dernier mise sur

AVIS D'EXPERT


Jean-Pierre Hue

Responsable pôle technique et énergie, ICF La Sablière

«La récupération active, pertinente dans le neuf»

«Nous avons mené depuis 2009 quinze projets de récupération de chaleur sur les eaux grises à l'aide du système ERS de Biofluides. Aujourd'hui, ce système est pertinent sur le neuf dans la mesure où nous investissons sur quinze à vingt ans pour réduire au maximum les charges de nos locataires. D'après notre retour d'expérience, nous obtenons les meilleurs coûts globaux en termes d'euro investi par kWh produit en couplant le système ERS avec une micro-cogénération. L'électricité de cette dernière alimente la pompe à chaleur pour chauffer l'eau en Très Basse Température autour de 40 °C, domaine où elle offre ses meilleurs COP (autour de 4,5). La chaleur de la micro-

cogénération sert ensuite à remonter l'eau à 60 °C. En sur-isolant les parois verticales, avec 18 cm d'isolant TH32 (contre environ 14 cm requis en RT2012) et en plaçant pour le chauffage des émetteurs électriques type aérothermes de dernière génération, nous sommes descendus, sur un projet de 42 logements à Bois-Colombes (92) à moins de 2€/m²/an de charges, contre 5 pour un projet en chaudière gaz à condensation classique et 9 pour l'électrique. Il y a cependant un bémol : si les tarifs de l'électricité continuent à l'avenir d'augmenter plus vite que ceux du gaz, la solution pourrait perdre en attractivité, même avec des COP de pompes à chaleur plus performants.» ■



© ICF La Sablière

une pompe à chaleur plus performante atteignant un coefficient de performance (COP) de 7 contre 4 pour l'ERS de Biofluides. «Par rapport à un bâtiment équipé en chaudière gaz avec 25 kWh/m²/an de consommation sur l'ECS, on tombe aux alentours de 18 pour l'ERS, et 12 pour la Facteur 7. Cette dernière représente la solution la plus performante, mais aussi la plus chère à l'investissement», observe Rodrigue Leclach, responsable du pôle Construction ■■■

AVIS D'EXPERT



Rodrigue Leclech
Associé chez Pouget Consultants

« Vers une reconnaissance dans la réglementation »

« Aujourd'hui, la plupart des solutions de récupération de chaleur sur eaux grises, actives ou passives, bénéficient d'un Titre V permettant leur prise en compte dans les calculs thermiques réglementaires. Mais alors que, d'un point de vue énergétique, cette récupération mériterait de se généraliser à la vue du gisement disponible, certains choix réglementaires bloquent encore leur essor. Historiquement, ces solutions ont connu leurs premiers succès dans le collectif en partie grâce au label BBC de la RT2005 qui, sur une base volontaire, marquait un grand pas en termes de performance (objectif de 65 kWh_{ep}/m²/an de consommations pour un immeuble en Île-de-France). Alors que le passage à la RT2012 était censé rendre obligatoire ce niveau d'exigence, un bonus de dépassement de 15 % a été accordé au résidentiel collectif, faisant passer l'objectif pour ce même immeuble à 72 kWh/m²/

an. Ce « recul » n'a pas poussé les maîtres d'ouvrage à généraliser les systèmes de récupération, et donné un coup de frein à la filière... Et le bonus a été prolongé jusqu'en 2020 ! Autre obstacle plus récent : alors que ces systèmes sont reconnus depuis la loi de Transition énergétique comme des énergies renouvelables, ce statut n'a pas encore été transcrit dans la réglementation thermique. La RT2012 imposant pour les maisons individuelles 5 kWh de production d'EnR, les panneaux PV ou ballons thermodynamiques s'imposent donc par défaut, avec un intérêt réel variable, là où les récupérateurs de chaleur pourraient apporter dans certains projets un vrai sens énergétique. Même jeu pour le calcul des labels Bepos et E+C-, qui comportent un critère RER (ratio d'énergie renouvelable) n'intégrant pas les énergies de récupération. Il est donc à espérer que la DHUP change pour la RE2020. » ■

■ ■ ■ chez Pouget Consultants.

Les systèmes actifs représentent plus d'investissements et d'emprise au sol, le local technique devant accueillir un bac de rétention des eaux, un ballon d'eau chaude et la pompe à chaleur. Au regard de ces contraintes, la rentabilité n'est pas toujours au rendez-vous. « L'ERS revient entre 2000 et 3000 € par logement pour un ROI de sept à vingt ans selon les projets », précise Alain Mouré, PDG de Biofluides Environnement. La solution a cependant de quoi séduire des maîtres d'ouvrage visant la performance énergétique ou la réduction des consommations à long terme. L'immobilière 3F l'a déployée sur sept opérations depuis 2009. « Dans le neuf, cette solution est envisageable pour des opérations verticales et compactes afin d'éviter les pompes de relevage, et comptant au moins 60 logements afin de disposer d'un gisement de récupération

intéressant. Sachant qu'il n'est pas toujours possible de raccorder les logements du RDC car la réglementation impose une pente minimale de 4% pour les conduites d'évacuation, ce qui impose parfois d'abaisser le local technique de manière rédhibitoire », analyse Gabriel Sautier, chef de projet chez 3F.

Certains points de vigilance sont également à prendre en compte. « Bien que le COP nominal affiché par les fournisseurs soit déterminé par des essais menés au CSTB, le COP réel ne suit pas toujours car dans la réalité de l'exploitation, les charges en eaux grises sont variables d'une heure à l'autre, avertit Christian Cardonnel. Ce type de système ne se justifie que pour une production d'eau à 40 °C destinée à l'ECS ou au chauffage Très Basse Température. Au-dessus, les COP réels ne sont plus si intéressants. » Pour monter plus haut en température, il peut alors s'avérer judicieux d'associer le système à un dispositif de chauffage complémentaire comme une chaudière gaz ou une micro-cogénération (lire avis d'expert de Jean-Pierre Hue, p. 41).

Une maintenance indispensable

Ces systèmes actifs demandent davantage de suivi que les systèmes passifs. « L'entretien une fois par an est à prévoir : une fuite de liquide frigorigène au niveau de la PAC, qui possède un très fort potentiel de réchauffement global (GWP), peut totalement annuler les avantages environnementaux du système », note Christian Cardonnel. « Sur le chantier, il faut aussi s'assurer que l'installateur soit bien une entreprise de génie climatique qualifiée », renchérit Jean-Pierre Hue, responsable du pôle technique et énergie chez le bailleur social ICF Habitat La Sablière.

Par rapport aux premiers modèles ayant connu des problèmes d'encrassement, les fabricants ont en revanche gagné en fiabilité. Biofluides Environnement intègre par exemple à son ERS un système de nettoyage automatique de l'échangeur ainsi qu'un dispositif de télé-suivi des performances. Cette année, le fournisseur s'apprête à sortir une variante plus compacte de son ERS destinée aux opérations inférieures à 50 logements « avec une emprise au sol réduite à 10 m² et un investissement plus proche de 2000 € par logement », promet Alain Mouré. « Sur la base des retours d'expérience, de nouveaux équipements simplifiés et mieux pensés vont arriver sur le marché à partir de cette année, permettant d'envisager des retours sur investissement entre cinq et dix ans », conclut Christian Cardonnel.

Hugo Leroux

LA RÉCUPÉRATION DE CHALEUR PASSE AUSSI PAR LES ÉGOUTS

On peut aussi récupérer la chaleur sur les eaux usées après le collecteur, au niveau des égouts. Déjà déployés pour chauffer des piscines ou des bureaux, ces systèmes nécessitent cependant des travaux plus lourds.



Pour la Piscine des Lisses (91), Suez a placé dans les égouts 25 m² d'échangeur assurant une production de 387 MWh/an avec un taux de couverture de 75 % des besoins de chauffage de l'eau de bassin. L'investissement de 1 187 000 € porte à 50 % sur l'offre Degrés Bleus et à 50 % sur la rénovation de la chaufferie.

Les eaux usées circulant autour de 15 °C dans nos égouts représentent un gisement énergétique encore plus important que celui des eaux grises au niveau des bâtiments. Les systèmes permettant de la mettre en œuvre consistent là encore à capter les calories via un échangeur dans lequel circule un fluide caloporteur alimentant une pompe à chaleur. Des systèmes de filtration sont prévus en amont pour limiter les risques d'encrassement liés aux boues et déchets charriés par les eaux usées. Mais cette récupération est également plus difficile à mettre en œuvre et à valoriser. Avec des puissances de l'ordre de la centaine de kW, le dispositif convient plutôt aux gros projets résidentiels ou tertiaires.

Exigences d'installation

«Il faut compter 2 à 5 kW/m² d'échangeur à placer dans les égouts, et 2000 à 3000 €/kW d'investissement», résume Nicolas Picard, responsable de l'offre Degrés Bleus chez Suez. De nombreuses piscines sont déjà chauffées par ce procédé, mais aussi quelques hôtels, bureaux, casernes et bâtiments universitaires. Pour autant, les projets sont encore limités en France: une vingtaine pour Suez

depuis 2010. «Ils nécessitent a minima un débit de 12 l/min et un diamètre de canalisation de 1 000 mm au niveau des égouts. Le lieu de consommation doit aussi se situer à moins de 300 mètres de l'échangeur pour limiter les pertes en ligne. En réhabilitation, il faut enfin avoir la possibilité d'effectuer les travaux et de stopper le flux pendant le chantier», poursuit Nicolas Picard.

Face aux acteurs historiques que sont Veolia et Suez, un nouvel acteur entend bousculer le marché: la société de services énergétiques Enerlis, qui commercialise depuis début 2017 la technologie hongroise Thermowatt. Déjà éprouvée sur six projets en Hongrie, dont l'hôpital de Budapest (620 lits pour 6 MW de puissance), cette technologie diffère par une dérivation du flux depuis les égouts vers l'échangeur placé en chaufferie au plus près de la pompe à chaleur. «Au niveau de l'offre, nous nous engageons aussi sur la performance énergétique, avec un coût de 50 €/MWh plus compétitif que les réseaux de chaleur à 70 €/MWh», affirme le président d'Enerlis, Thierry Martin. Avec toutefois quelques limites: «Notre système s'adresse à de plus gros projets, entre 1 et 8 MW, avec un débit minimal de 90 m³/heure.» H.L.