# Récupérateur de chaleur sur eaux grises au banc d'essai

***Le bureau d'études Amoès a évalué les performances d'un récupérateur de chaleur sur eaux grises. Résultats d'un test en site réel.***

Texte Vincent Boulanger / Test produit Amoès

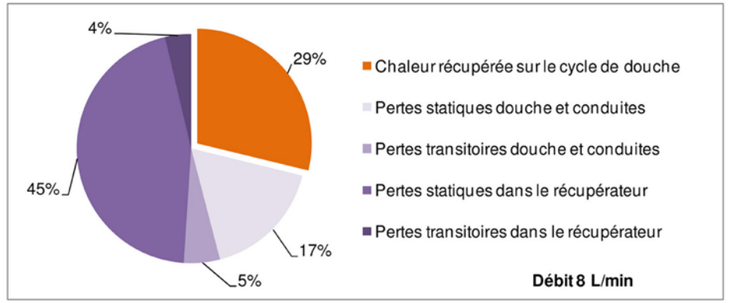
Vous rendez-vous compte que nous chauffons l'eau de notre douche à grands renforts de technologie et de combustibles pour l'envoyer immédiatement à l'égout ? Un gros gâchis que les systèmes de récupération de chaleur sur eaux grises ambitionnent de limiter. Mais quelle est leur efficacité ? Le bureau d'études Amoès a équipé une maison individuelle d'un de ces systèmes et l'a truffé de capteurs pour en mesurer les performances. Un exercice riche d'enseignements.

## Configuration de l'installation

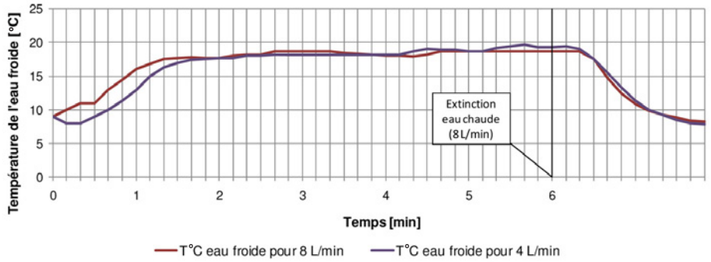
Le système testé est le Power Pipe du fabricant canadien Renewability Energy. Il s'agit d'un échangeur de chaleur qui doit être installé à la verticale sous la douche (salle de bain d'étage, sur garage, etc.) en remplacement d'une section de la conduite d'évacuation des eaux grises. Il est constitué de quatre à six tubes de cuivre de section rectangulaire serpentant autour d'un tuyau de cuivre d'un diamètre variable – 50,8 mm, 76,2 mm ou 101,6 mm – afin de s'adapter aux sections des canalisations existantes[1]. Ce dispositif exploite la propriété naturelle qu'a l'eau de s'écouler le long des parois d'une canalisation, permettant un échange thermique optimal. Ainsi une eau froide entrant à 9 °C peut être préchauffée jusqu'à une température de 25 °C, selon la longueur et le diamètre du Power Pipe, assure le fabricant.

Le récupérateur de chaleur testé par Amoès est le modèle Power Pipe R3-60 d'un diamètre de 76,2 mm pour une longueur de 152 cm. Il a été installé dans le garage situé juste sous la salle de bains. Le Power Pipe a ensuite été isolé par 60 mm de laine de bois. Il existe trois possibilités pour raccorder le Power Pipe au système hydraulique : l'eau préchauffée est envoyée directement au mitigeur de la douche, vers le ballon d'eau chaude ou, solution mixte, elle alimente à la fois le ballon et l'arrivée d'eau froide au mitigeur. C'est ce dernier type de schéma qui a été retenu dans la maison étudiée. « *C'est la façon la plus efficace de récupérer la chaleur,* explique Vincent Coste d'Amoès, *car le débit d'eau préchauffée est toujours égal au débit d'eau évacuée dans le siphon, ce qui offre le meilleur compromis entre la quantité d'eau préchauffée et son élévation de température.* » Ainsi lorsque l'on prend une douche, l'eau est préchauffée en simultané, mais lorsque la chaleur provient d'autres sources d'eaux grises (éviers, machines à laver, etc.) raccordées à la canalisation équipée du récupérateur de chaleur, l'énergie récupérée peut être dirigée vers le ballon d'eau chaude.

## Répartition entre chaleur récupérée et pertes (source Amoès)




## Évolution de la température d'eau préchauffée (source Amoès)



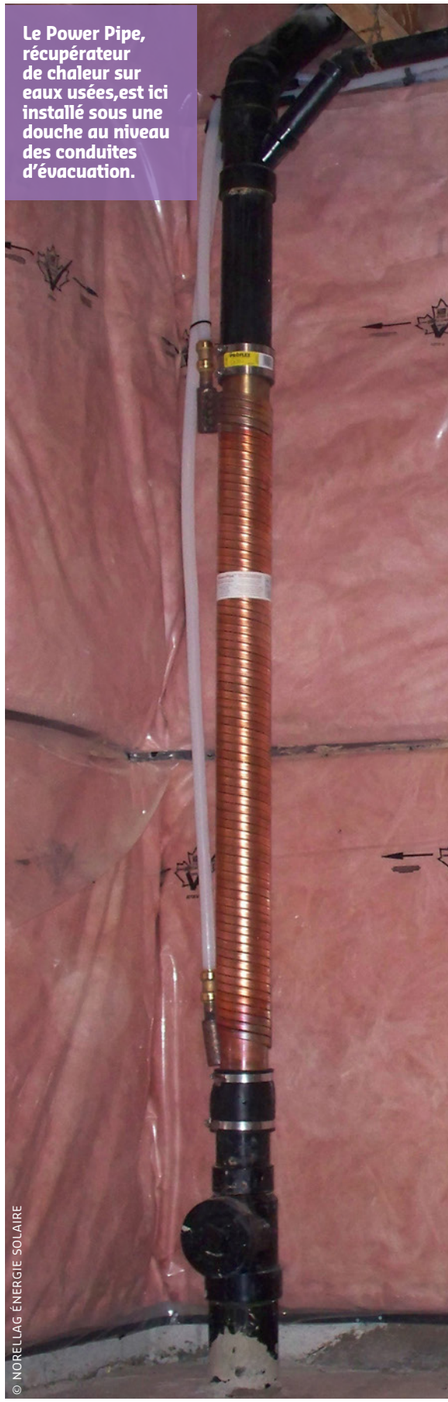

## Résultats du test

Les mesures ont été effectuées sur des cycles de douche de 6 minutes en mars 2013, avec une eau froide arrivant à 8 °C. Le température du garage, où se trouve le Power Pipe, est de 12 °C tandis que celle du logement est de 20 °C. Le mitigeur thermostatique est réglé pour livrer une eau autour de 39 °C au pommeau de la douche. Le débit est également configuré pour être identique au niveau de la douche et à la sortie du récupérateur livrant l'eau froide préchauffée. Deux débits sont étudiés, 4 L/min correspondant à celui d'une douchette économe en eau et 8 L/min à celui d'un pommeau de douche normal.

Du fait du laps de temps dont ont besoin les matériaux pour se réchauffer (bac de douche, cloison, plomberie, etc.), le système présente un " régime transitoire " générant des pertes nettes de chaleur. Dans le cas où plusieurs personnes se succèdent sous la douche, ces pertes peuvent par contre être récupérées par les douches suivantes. Pour cette raison, les récupérateurs de chaleur sur eau grise sont plus pertinents en collectif – un gymnase par exemple – qu'en habitat individuel.

La phase transitoire dure environ 2 min, après quoi l'eau froide (8 °C) ressort entre 18 °C et 20 °C. Ce qui signifie qu'une personne prenant une douche longue permettra au système d'afficher un meilleur rendement, car le poids de cette phase transitoire dans le bilan global sera moindre. Ceci n'est toutefois pas à recommander pour d'évidentes raisons de sobriété énergétique.

Le débit a peu d'influence sur la température arrivant au siphon. Une fois que la cabine de douche s'est réchauffée, l'eau sortant à 39-40 °C du pommeau de douche arrive au siphon à 33-35 °C avant d'être évacuée, soit un écart de 5 °C. En revanche, des mesures ont été effectuées à d'autres températures, pour constater un écart en régime stabilisé de 7 °C pour une douche très chaude (41 °C) et 3,5 °C pour une douche tiède (37 °C). Une personne prenant une douche à 37 °C perdra donc moins de chaleur et améliorera le rendement du système.




**Le Power Pipe, récupérateur de chaleur sur eaux usées,est ici installé sous une douche au niveau des conduites d'évacuation.**

C'est sous cette douche standard qu'a été installé le système de récupération de chaleur testé par le bureau d'études Amoès.

© D. CHÉNIER - AMOÈS

Le rendement de récupération de chaleur mesuré tourne autour de 29 %, une fois déduites les pertes statiques et les pertes transitoires dans la douche, les conduites et le récupérateur. L'écart entre les rendements mesurés et les rendements théoriques calculés à partir de la documentation du fabricant (voir tableau ci-dessous) va ainsi de près de 12 points pour un débit de 8 L/min à 17 points pour un débit à 4 L/min.

## Ce qu'il faut retenir

Plusieurs hypothèses permettent d'expliquer cette différence entre les données fabricants et les résultats *in situ*. Le fait que le récupérateur se situe dans le garage, un volume non chauffé, dégrade probablement ses performances, malgré l'isolant. Mais surtout, la configuration de la douche et de la salle de bains elle-même ont une influence déterminante sur les performances du système. Ici, le bac de douche est en grès, de dimensions 80 x 120 cm et de faible pente (extra plat). Un bac en plastique ou composite présenterait un avantage certain, du strict point de vue thermique, car il permettrait de réduire les pertes de chaleur par conduction. De même, une pente plus forte réduirait le temps de séjour de l'eau dans le bac. Enfin, la douche est ici modérément cloisonnée, alors qu'une cabine de douche fermée comportant une véritable porte aurait permis de réduire les pertes de chaleur par évaporation. « *Il est probable qu'une installation plus optimisée permette un rendement global de 7 % supérieur* », estime David Chénier, auteur de l'étude. Il est en outre essentiel d'installer un mitigeur thermostatique plutôt qu'un simple mitigeur. Ainsi, au fur et à mesure que l'eau froide est préchauffée par le récupérateur, ce mitigeur corrige le mélange automatiquement pour favoriser l'eau froide préchauffée. Enfin, une famille nombreuse aura intérêt à prendre ses douches d'affilée afin de réduire l'impact de la période transitoire.

Cela étant, les mesures n'ont tout de même pas pu valider le rendement de l'échangeur seul communiqué par le fabricant. En théorie, il aurait dû être de 61,3 % à 4 L/min et de 55,4 % à 8 L/min[2], alors que l'étude constate respectivement une efficacité 46 % à 4 L/min et de 42 % à 8 L/min. « *L'efficacité du récupérateur semble un peu moins performante que prévu,* relève avec prudence l'étude, *sans que l'on puisse juger ici s'il s'agit d'une mauvaise mise en œuvre, d'un encrassement ou d'une surévaluation de la performance théorique.* » Le distributeur du Power Pipe en France, Gérard Galleron, gérant de Norellag Energie Solaire, n'a pas participé à l'étude réalisée par Amoès et ne se prononce pas sur ses résultats : « *Les valeurs que nous communiquons proviennent de tests réalisés par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), lui-même contrôlé par le Comité français de certification (COFRAC). Les mesures réalisées par le CSTB sont en outre très proches des mesures relevées au Canada et au Québec par des laboratoires et universités indépendants. Néanmoins, les mesures de laboratoires sont réalisées avec des paramètres contrôlés, qui ne reflètent pas tout à fait la réalité.* »

## Comparaison entre mesures in situ et performances théoriques

| | DÉBIT DE 8 L/MIN | | DÉBIT DE 4 L/MIN | |
|---|---|---|---|---|
| | Performance mesurée | Performance théorique | Performance mesurée | Performance théorique |
| **Chaleur totale pour produire l'eau chaude*** | 1 760 Wh | 1 760 Wh | 900 Wh | 900 Wh |
| **Chaleur récupérée sur le cycle de douche** | 506 Wh | 725 Wh | 265 Wh | 410 Wh |
| **Récupération pour la douche (en %)** | **29,4 %** | **41,2 %** | **28,8 %** | **45,6 %** |

* *Pour un cycle de douche de 6 minutes.*

## Un investissement rentable

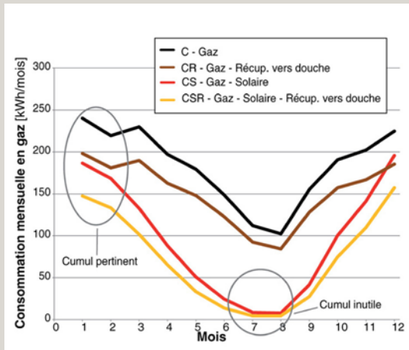
Quoiqu'il en soit, la différence ne disqualifie pas le système. D'une part parce qu'il est peu coûteux : 810 € HT en mars 2011 pour celui présenté ici, sans frais d'installation puisqu'il a été posé par les ingénieurs d'Amoès eux-mêmes. « *L'auto-installation est très simple,* assure Gérard Galleron, *le Power Pipe est livré avec une notice. Il ne s'agit que de raccords avec des équipements de plomberie standards.* » D'autre part, l'économie reste significative. « *Même à 30 % de récupération globale d'énergie, ce système vaut le coup,* relève Vincent Coste. *Si on compare à un chauffe-eau solaire individuel ou à un chauffe-eau thermodynamique, la récupération de chaleur sur eau usée affiche un bon ratio de kWh économisés par euro investi.* » Vincent Coste a en effet comparé les gains escomptés à partir de données normalisées, ce qui induit malgré tout une certaine marge d'erreur. Ainsi, un foyer de quatre personnes peu sobre en énergie consomme environ 2 200 kWh/an (d'énergie finale) pour l'eau chaude sanitaire dont 1 600 kWh de besoins pour les douches, avec réducteur de débit. La consommation d'un chauffe-eau électrique descend à 1 650 kWh/an avec un récupérateur de chaleur sur eaux grises. Un chauffe-eau thermodynamique ne consommerait pour sa part que 1 220 kWh/an mais suppose un surinvestissement de 2 000 € HT par rapport au ballon électrique. Enfin, un cumulus électrique auquel on couple un système solaire voit sa consommation chuter à 770 kWh/an, mais pour un investissement de 4 500 € HT. Le temps de retour sur investissement[3] se situe par conséquent entre 8 et 10 ans pour le récupérateur de chaleur. Par comparaison, sans crédit d'impôt ni subvention, il faudrait environ 18 ans pour amortir le solaire et 13 ans pour le chauffe-eau thermodynamique. Pour ce dernier, on manque de recul pour connaître ses coûts de maintenance au long cours et sa durée de vie réelle.

**Contacts : page 77**

*(1) Le distributeur n'a homologué que le diamètre 101,6 mm, qui réduit les risques de bouchage de canalisations.*
*(2) Le rendement de l'échangeur a été calculé par interpolation linéaire à partir des rendements donnés par le fabricant pour le modèle de récupérateur testé (R3-60) : 59,8 % à 5 L/min et 53,2 % à 9,5 L/min.*
*(3) Avec les hypothèses suivantes : augmentation du prix de l'électricité de 5 % par an et un abonnement 6 kVA de base, soit 80,5 € par an.*

## COUPLER RÉCUPÉRATEUR ET SOLAIRE

**En avril dernier, le cabinet Amoès a publié une étude* qui comparaissait l'intérêt de cumuler les solutions pour chauffer l'eau sanitaire dans l'individuel comme dans l'habitat collectif.** Dans l'individuel, un récupérateur de chaleur sur eau grise est complémentaire avec une chaudière gaz à condensation ou un ballon thermodynamique. Mais quelle est donc la pertinence de cumuler chaudière gaz à condensation, chauffe-eau solaire et récupérateur de chaleur par dessus le marché ? Malgré une certaine redondance en été, le cumul des systèmes reste économiquement pertinent. En été, le solaire suffit à répondre à la quasi-totalité des besoins, le récupérateur de chaleur n'apporte pas grand chose. En revanche en hiver, lorsque nous avons le plus besoin de douches bien chaudes, le récupérateur de chaleur produit le plus alors que le solaire produit très peu. Pour tirer le meilleur parti de ce cumul, il convient de raccorder la sortie du récupérateur pour alimenter directement l'eau froide de la douche (et non pas celle entrant dans le ballon d'ECS). Il faut surtout éviter de raccorder le récupérateur de chaleur au ballon solaire car il y a une compétition très nette sur le préchauffage de l'eau : plus de la moitié de cette énergie de préchauffage est inutile. Il est préférable de réduire la surface de capteurs solaires (1,8 m² pour la maison individuelle) pour améliorer leur rendement. On pourra donc opter pour un " CESI Optimisé ", c'est-à-dire un unique panneau solaire inférieur à 2 m² et un ballon de stockage de 110 L.




Évolution de la consommation en gaz sur l'année pour plusieurs combinaisons de systèmes, en maison individuelle (source Amoès).

** Lire l'article « Simuler le cumul de solutions pour valider leur intérêt », Chaud Froid Performance nº 777, avril 2014.*