



CHRONIQUE # 53

PARLONS DES CHAUFFE-EAU DOMESTIQUES

Dans un logement habité par une personne seule, on estime la consommation moyenne d'eau chaude domestique à environ 120 litres par jour. Pour chaque personne supplémentaire, le Ministère de l'Énergie de l'Ontario évalue l'eau chaude consommée à environ 40 litres par jour. Après le système de chauffage des espaces occupés, le chauffe-eau est l'appareil qui consomme le plus d'énergie dans un lieu d'habitation. Avec un chauffe-eau électrique, pour une famille de trois personnes il en coûte annuellement entre 300 et 350\$ pour produire cette eau chaude (voir la Chronique #100 pour plus de détails).

La consommation d'eau chaude n'est cependant pas répartie uniformément durant la journée. Il y a des moments où la demande est très forte, comme souvent le matin avant le départ pour le travail et l'école ou le soir avant le coucher. À d'autres moments de la journée, la demande d'eau chaude est nulle ou très faible.

Pour répondre à ces besoins fluctuants, le moyen le plus simple, et généralement le plus économique, est d'utiliser un appareil qui peut chauffer et stocker de l'eau en période tranquille (un chauffe-eau à accumulation), soit durant la nuit et durant le jour lorsque les besoins sont faibles. La réserve d'eau ainsi créée permet, par la suite, de répondre aux fortes demandes passagères, selon le besoin, sans pénurie d'eau chaude.

Bien que l'on puisse faire appel à différentes sources de chaleur et modes de chauffage pour produire l'eau chaude (mazout, gaz, soleil, chauffage combinés et autres), au Québec les chauffe-eau électriques représentent plus de 90% de tous les chauffe-eau installés dans les bâtiments résidentiels.

Les chauffe-eau électriques courants, produits à grande échelle, sont relativement peu coûteux (entre 300 et 500\$) et généralement facile à remplacer. Aux conditions courantes de fonctionnement, leur durée de vie est en moyenne d'une douzaine d'années. Avec un entretien minimal cependant, on peut souvent allonger cette période.

Description générale des chauffe-eau électriques à accumulation

Les chauffe-eau électriques à accumulation les plus courants sont constitués d'un réservoir cylindrique, généralement en acier, dont la surface intérieure est protégée contre

la corrosion par un revêtement vitrifié : sans cette doublure, l'acier ne posséderait aucune protection contre la rouille. Le réservoir est recouvert d'un matériau isolant sur toute sa surface extérieure. L'isolant est protégé à son tour par un revêtement métallique émaillé. Deux panneaux donnent accès aux boutons de réglage des thermostats.

Bien qu'il existe plusieurs modèles de chauffe-eau pour répondre aux besoins variés, les chauffe-eau électriques domestiques ont généralement une capacité de stockage d'environ 40 ou 60 gallons (180 ou 270 litres). La valeur isolante de l'enveloppe atteint maintenant, pour les chauffe-eau neufs, des valeurs se situant entre R-16 et R-19 (entre 2.8 et 3.3 RSI). Dans ces chauffe-eau de dernière génération, la laine isolante a cédé sa place à de la mousse d'uréthane dont la résistance thermique par unité d'épaisseur est beaucoup plus élevée. Cette mousse est produite maintenant avec des agents gonflants n'attaquant plus la couche d'ozone.

En plus du revêtement intérieur protecteur, qui n'est pas complètement étanche à la corrosion, les chauffe-eau ont également une anode «sacrificielle» qui est immergée dans l'eau du réservoir. Cette tige, constituée généralement de magnésium avec un cœur d'acier, se dissout plus ou moins rapidement dans l'eau du réservoir selon les caractéristiques de cette eau, ce qui protège de la corrosion les autres métaux en contact avec l'eau. Pour prolonger la durée de vie du chauffe-eau, il y aurait avantage à vérifier après quelques années l'état de cette tige, et de la remplacer au besoin, avant que la partie centrale en acier ne soit exposée à l'eau. On conseille même de la remplacer aux cinq ans avant qu'elle ne soit complètement dissoute. Dépendant de la nature des diverses substances dissoutes dans l'eau d'alimentation, il est parfois nécessaire d'utiliser une anode d'aluminium à la place de celle en magnésium.

Le réservoir est relié au réseau de distribution d'eau chaude par un raccordement sur le dessus. L'alimentation en eau froide se fait soit par le côté du réservoir, à sa base, soit par un conduit immergé entrant dans le réservoir par le dessus et diffusant l'eau près du fond. Cette deuxième configuration réduit quelque peu les pertes de chaleur du chauffe-eau. Il y a également un robinet localisé à la base du réservoir, près du fond, pour permettre sa vidange.

L'eau du réservoir est chauffée par deux éléments électriques placés à des niveaux différents. Ils ont chacun leur propre thermostat réglable. L'un des éléments est placé près du fond, l'autre élément est localisé dans le tiers supérieur du réservoir. Ces éléments qui ne fonctionnent jamais simultanément ont chacun une fonction précise :

- l'élément du haut, qui a toujours préséance sur celui du bas, sert principalement à maintenir l'eau chaude à sa température de consigne qui est généralement de 60°C (140°F); dès que le thermostat du haut détecte une baisse de température, il actionne l'élément chauffant et coupe le courant sur celui du bas s'il en action à ce moment ; ce mode de fonctionnement permet de maximiser le volume d'eau chaude que l'on peut retirer du chauffe-eau avant la chute excessive de la température de cette eau;
- s'il n'y a pas de demande de chauffage à l'élément supérieur, et qu'il y en a une

demande au thermostat inférieur réglé généralement à la même température que celui du haut, l'élément du bas est actionné et fonctionne jusqu'à ce que le point de consigne soit atteint ou jusqu'à ce qu'il y est une nouvelle demande au thermostat du haut ; puisque le soutirage d'eau chaude produit une alimentation équivalente en eau froide dans la partie basse du réservoir, il y a forcément à ces moments un besoin de chauffage.

Lorsqu'il y a une consommation d'eau chaude, la diffusion de l'eau froide de remplacement, près du fond du réservoir, doit se faire de telle sorte que cette eau ne se mélange que faiblement à l'eau chaude du réservoir : la forme allongée du réservoir cylindrique vertical contribue également à limiter ce mélange. L'eau froide d'alimentation pousse donc sur l'eau chaude en la remplaçant progressivement.

La puissance standard des éléments chauffants est de 4 500 watts sur les modèles de 270 litres et de 3 000 ou 3 800 watts sur ceux de 180 litres. Les fabricants offrent en options, cependant, des éléments plus puissants sur certains modèles. Leur installation permet d'augmenter le taux de récupération du chauffe-eau.

Taux de récupération d'un chauffe-eau

Le taux de récupération est le volume d'eau que l'on peut chauffer en une heure. Ce taux dépend de la puissance de chauffe, de la température de l'eau froide d'alimentation et de la température de l'eau chaude en réserve. L'équation suivante permet de le calculer :

$$Q = P / (0.00116 \times (T_c - T_f))$$

où : **Q** est le taux de récupération, en L/h, **P** la puissance de chauffe en kW, **T_c** la température, en °C, de l'eau chauffée et **T_f** la température, en °C, de l'eau froide d'alimentation. La valeur «**0.00116**» est une constante liée aux propriétés thermiques de l'eau et aux unités utilisées.

(**T_c - T_f**) est l'élévation de la température de l'eau chauffée. Au Québec, compte tenu de la température de l'eau d'alimentation, cette élévation de température se situe généralement entre 50 et 55°C (90 et 100°F) selon les saisons, pour produire une eau chaude à 60°C (140°F).

- Un chauffe-eau de 270 litres, muni d'éléments de 4.5 kW, aura un taux de récupération de 70 L/h environ, pour une élévation de la température de 55°C, soit : $4.5 \text{ kW} / (0.00116 \times 55^\circ\text{C}) = 70.5 \text{ L/h}$.
- Par contre, un chauffe-eau muni d'éléments de 3 000 watts aurait un taux de récupération plus faible, soit autour de 47 L/h pour une même élévation de température : $70.5 \text{ L/h} \times 3000 \text{ W} / 4500 \text{ W} = 47.0 \text{ L/h}$.

À ces conditions, il faudrait près de 4 heures pour chauffer complètement l'eau froide du réservoir de 270 litres ($270/70.5 = 3.8$ heures) ou celle du réservoir de 180 litres

(180/47.0 = 3.8 heures).

Sélection d'un chauffe-eau électrique à accumulation

Généralement, un chauffe-eau de 270 litres répond aux besoins de pointe d'une famille de 4 ou 5 personnes, tandis qu'un modèle de 180 litres est suffisant pour les besoins de pointe d'une famille de 3 personnes ou moins.

La sélection du chauffe-eau peut aussi se faire en utilisant la «Cote de première heure». Cette cote donne le volume d'eau chaude utile récupérable durant la première heure d'utilisation d'un chauffe-eau. Elle est parfois mesurée selon une procédure normalisée et donnée dans la fiche des fabricants. Elle peut aussi être estimée grossièrement de la façon suivante :

Cote de première heure = 70% x Volume du réservoir + Taux de récupération

En reprenant les valeurs précédentes,

- un chauffe-eau de 270 litres, avec une puissance de chauffe de 4.5 kW, aurait une Cote de première heure minimum de : $70\% \times 270 \text{ Litres} + 70 \text{ litres/heure} = 259 \text{ litres}$.
- un chauffe-eau de 180 litres, avec une puissance de chauffe de 3.0 kW, aurait une Cote de première heure minimum de : $70\% \times 180 \text{ Litres} + 47 \text{ litres/heure} = 173 \text{ litres}$.

Après avoir estimé le volume d'eau chaude consommée durant l'heure où la demande d'un ménage est à son maximum, la Cote de première heure permettra donc de choisir un chauffe-eau adéquat ou de vérifier si un chauffe-eau en particulier répondra aux besoins.

Moyens pour augmenter la réserve d'eau chaude d'un chauffe-eau

S'il y a occasionnellement une pénurie d'eau chaude en périodes de pointe, on peut augmenter la réserve d'eau chaude en élevant la température de l'eau stockée dans le réservoir. Un point de consigne porté à 65°C (149°F) augmenterait la réserve d'eau chaude d'environ 9 %. Il y faudrait cependant installer un dispositif, comme une soupape thermostatique centrale par exemple, pour que l'eau distribuée ne dépasse pas 60°C, conformément au Code du bâtiment, pour protéger les utilisateurs contre les risques accrus de brûlures à cette température plus élevée.

On peut aussi remplacer les éléments standards de chauffage par des éléments optionnels plus puissants. Par exemple l'installation d'éléments de 6 000 watts, sur un modèle de 270 litres, ferait passer la Cote de première heure de 259 litres à 283 litres. Il est bon de savoir qu'une augmentation de la puissance de chauffe n'augmente pas la consommation d'énergie et n'a aucun effet sur l'efficacité du chauffe-eau. Une augmentation de la

puissance de chauffe augmente uniquement la vitesse de chauffe de l'eau.

Réglage de la température de l'eau chaude du réservoir

En considérant l'ensemble des phénomènes, contraintes et effets liés aux fonctionnements des chauffe-eau, aux pertes de chaleur et aux besoins à rencontrer, on recommande maintenant de régler la température de l'eau des chauffe-eau à 60°C (140°F). C'est d'ailleurs la valeur de réglage par défaut des chauffe-eau quittant l'usine.

Un réglage à une température inférieure à 60°C réduit les risques de brûlure et réduit aussi quelque peu les pertes de chaleur par les parois du réservoir. Cependant, il réduit également la quantité d'eau chaude en réserve, ce qui peut occasionner une pénurie d'eau chaude en périodes de pointe. Une température trop basse peut favoriser aussi le développement de bactéries de type légionelle pouvant causer la maladie du légionnaire par inhalation de gouttelettes d'eau contaminée. Pour se conformer au Code du bâtiment et maintenir la salubrité de l'eau, on ne doit jamais descendre en bas de 49°C (120°F).

Un réglage à une température supérieure à 60°C augmente les risques de brûlure s'il n'y a pas de dispositifs de sécurité, peut écourter la durée de vie du chauffe-eau à cause des stress thermiques, augmente la perte de chaleur autour du réservoir, peut favoriser l'entartrage selon la dureté de l'eau et peut accélérer la corrosion. On déconseille donc de régler la température du chauffe-eau à une valeur dépassant 65°C (150°F).

Vidange périodique du chauffe-eau : oui ou non

Pour les chauffe-eau neufs, on recommande de les vidanger une fois l'an pour éliminer les sédiments qui se déposent au fond. Pour les chauffe-eau existants qui n'ont jamais été vidangés, les fabricants recommandent généralement de ne pas le faire : les effets indésirables pouvant l'emporter sur les avantages.

Effet de la dureté de l'eau sur la durée de vie des chauffe-eau

La dureté de l'eau est due à la nature et à la concentration de sels minéraux qui y sont dissous. Selon la provenance de l'eau d'alimentation des chauffe-eau, sa dureté peut être élevée, particulièrement si cette eau est extraite du sol. Selon la nature des sels, la dureté peut être temporaire ou permanente.

Sous l'effet de la température, les sels causant la dureté temporaire de l'eau vont former du tartre composé principalement de calcaire: une élévation de la température de l'eau accélère la formation de ce tartre. Il ira se déposer en particulier sur les éléments chauffants. S'ils ne sont pas nettoyés périodiquement, en créant une résistance thermique le tartre amènera une surchauffe des éléments ce qui en abrègera leur vie. La dureté de l'eau peut aussi, dans certaines circonstances, accélérer la corrosion des surfaces métalliques exposées.

Une faible dureté de l'eau accélèrera la dissolution de l'anode de magnésium et pourra

forcer son remplacement sur une plus courte période de temps.

Une dureté élevée de l'eau aura donc souvent comme effet de réduire la durée du vie du chauffe-eau. Les adoucisseurs d'eau ne sont pas la solution puisqu'il ne font que remplacer certains sels par d'autres : en bout de ligne, l'eau adoucie risque même d'être plus corrosive.

Pour nous rejoindre, vous pouvez communiquer avec nous à l'adresse suivante:

**Camille Gagnon, Technologie de la mécanique du bâtiment
Pavillon Lionel-Gaudreau, Cégep de Jonquière
2505, rue St-Hubert, Jonquière, Québec, Canada G7X 7W2
Téléphone: (418) 547-2191 Poste 293 Télécopieur: (418) 695-3851
Courriel: camille.gagnon@sympatico.ca**

Cet article a été publié initialement dans le CAHIER MA MAISON du PROGRÈS-DIMANCHE du 21 novembre 1993. Révision en profondeur : 10 mars 2006



CÉGEP de Jonquière

© Camille Gagnon 2006
