

## Conception d'une boucle de recirculation d'eau chaude (partie 1)

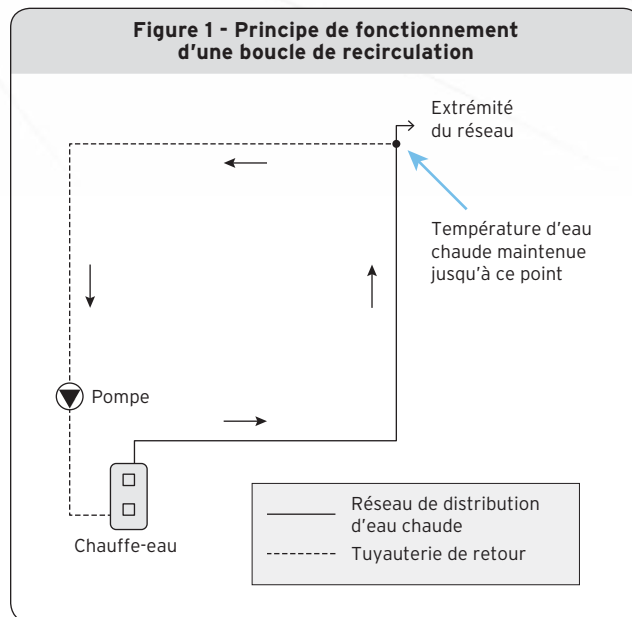
Plus un réseau de distribution d'eau chaude est long, plus l'eau chaude prend de temps pour parvenir aux appareils sanitaires les plus éloignés. Il faut donc prévoir un **système de maintien de la température** lorsqu'un réseau de distribution d'eau chaude atteint une certaine longueur (au Québec: plus de 30 mètres ou plus de 4 étages desservis). Ce système permet d'éviter une attente indue pour l'arrivée de l'eau chaude. Il réduit par conséquent le gaspillage d'eau potable et peut aussi réduire la consommation énergétique dans certains cas s'il est bien conçu.

Un système de maintien de la température peut prendre la forme d'une **boucle de recirculation d'eau chaude** ou d'un système de réchauffage autorégulateur par fil chauffant. La présente fiche *Bonnes Pratiques* se concentre sur le premier de ces deux systèmes et fait suite à la chronique *Question/Réponse* « Dimensionner la pompe d'une boucle de recirculation » paru dans l'IMB de novembre 2012. L'objectif est donc d'amener le lecteur à se familiariser avec les étapes de conception d'une boucle de recirculation d'eau chaude.

### Rôle et principe de fonctionnement

Une boucle de recirculation maintient la température de l'eau dans le réseau d'eau chaude. Prenons l'exemple du réseau de distribution d'eau chaude d'un édifice à bureaux. Ce type de réseau est généralement sollicité le matin lors de l'arrivée des occupants (utilisation des lavabos dans les salles de toilettes, etc.). Il peut ensuite s'écouler une heure ou plus avant qu'il y ait une nouvelle demande. Si l'installation de plomberie n'est pas équipée d'un système de maintien de la température, l'eau chaude présente dans la tuyauterie aura eu le temps de se refroidir entretemps. Le prochain utilisateur devra donc purger la tuyauterie de cette eau froide avant d'avoir accès à nouveau à de l'eau chaude. Ce processus résulte en une attente frustrante et un gaspillage d'eau potable et d'énergie. Pour régler ce problème, le rôle d'une boucle de recirculation consiste à assurer la présence d'eau chaude en continu dans le réseau, en la faisant recirculer dans le chauffe-eau (un peu selon le même principe qu'un système de chauffage hydronique). Cela nécessite donc une **tuyauterie de retour** (partant des extrémités du réseau et retournant jusqu'au chauffe-eau) ainsi qu'une **pompe** pour faire circuler l'eau. Notez qu'une boucle de recirculation bien conçue contribue aussi à réduire les risques de prolifération de bactéries comme les légionnelles dans le réseau de distribution d'eau chaude.

Figure 1 - Principe de fonctionnement d'une boucle de recirculation



### Règlementation en vigueur

Au Québec, les exigences relatives au maintien de la température dans les réseaux de distribution d'eau chaude se trouvent à la section 2.6. « Réseaux d'alimentation en eau potable » du Chapitre III, Plomberie du *Code de construction du Québec*. En voici un résumé :

- La température de l'eau doit être maintenue dans les réseaux de distribution d'eau chaude qui ont une longueur développée de **plus de 30 m** ou qui alimentent **plus de 4 étages** ;
- Ce maintien de température doit être assuré par une **boucle de recirculation** (pouvant fonctionner de manière **intermittente**) ou par un système de réchauffage autorégulateur par fil chauffant ;
- L'eau dans la boucle **ne doit pas avoir une température inférieure à 55 °C** lorsqu'elle est en circulation ;
- La conception du système de maintien de la température doit être conforme aux règles de l'art décrites dans les **ASHRAE Handbooks** et les **ASPE Data Books**.

### Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments

La tuyauterie d'une boucle de recirculation doit être isolée pour réduire les pertes de chaleur. Cette mesure comporte deux



principaux avantages. Le premier concerne la dépense énergétique au chauffe-eau. Moins il y a de pertes de chaleur à travers la tuyauterie, moins le chauffe-eau doit fournir d'énergie pour compenser ces pertes. Le second avantage concerne la pompe de recirculation. Rappelons que l'eau de la boucle ne doit pas avoir une température inférieure à 55 °C (131 °F) lorsqu'elle est en circulation. Dans ces conditions, plus les pertes de chaleur à travers la tuyauterie sont élevées, plus le débit de circulation doit être élevé pour s'assurer du maintien de la température de l'eau au-dessus du seuil de 55 °C dans l'ensemble de la boucle. L'isolation de la tuyauterie permet donc de sélectionner une pompe de plus faible puissance, dont le fonctionnement nécessite moins d'énergie.

Au Québec, le *Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments* prévoit que « toute canalisation d'eau chaude sanitaire à l'intérieur d'un réseau bouclé » soit calorifugée<sup>1</sup> avec un isolant de :

- **25 mm (1 po)** d'épaisseur pour de la tuyauterie dont le diamètre nominal est 2 po et moins ;
- **38 mm (1 1/2 po)** d'épaisseur pour de la tuyauterie dont le diamètre nominal est 2 1/2 po et plus<sup>2</sup>.

L'épaisseur exigée est basée sur un isolant dont la conductivité thermique se situe entre 0,031 et 0,036 W/(m·°C) (0,21 et 0,25 Btu·po/(h·pi<sup>2</sup>·°F)).

Les tuyauteries en plastique ne font pas exception : il est essentiel de les isoler pour réduire les pertes de chaleur. La conductivité thermique des tuyauteries en plastique n'est pas assez faible et l'épaisseur du matériau n'est pas assez importante pour offrir une résistance thermique équivalente à un produit isolant de 25 à 38 mm d'épaisseur.

### Agencement de la boucle de recirculation et accessoires requis

L'agencement de la boucle de recirculation dépend généralement de la configuration du réseau de distribution d'eau chaude. L'alimentation en eau chaude peut se faire vers le haut ou vers le bas, selon l'emplacement du chauffe-eau par rapport aux appareils sanitaires desservis. De plus, le réseau peut avoir une allure plus verticale ou plus horizontale dépendamment de la configuration du bâtiment. À noter que les besoins spécifiques du bâtiment et l'importance d'avoir de l'eau chaude disponible à proximité des appareils sanitaires ont aussi une influence sur l'agencement de la boucle de recirculation.

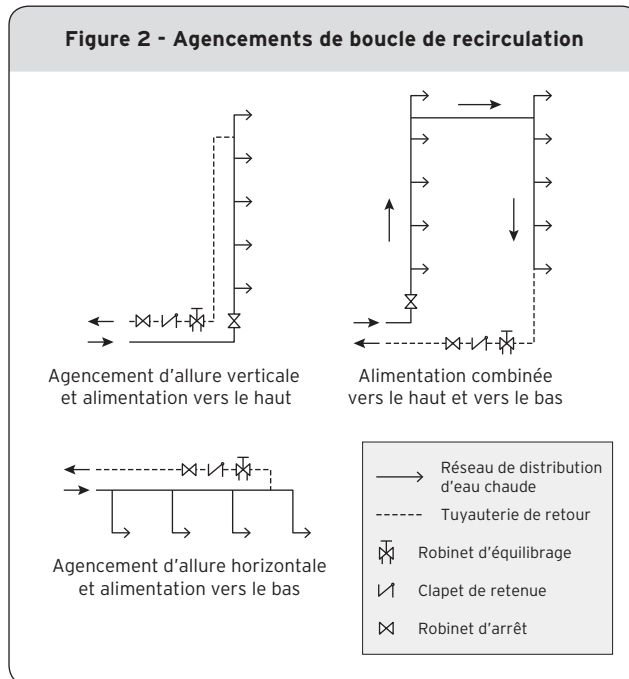
Lorsque plusieurs boucles de recirculation sont raccordées en parallèle, il faut prévoir des **robinets d'équilibrage** sur la tuyauterie de retour de chacune d'elles. Ces robinets devront être réglés de manière à maintenir une température acceptable dans l'ensemble du réseau bouclé<sup>3</sup>. Il faut aussi prévoir un **clapet de retenue** et un **robinet d'arrêt** sur la tuyauterie de retour de chaque boucle de

1 - Article 148 de ce Règlement.

2 - Article 109 de ce Règlement, en ce qui concerne les canalisations dans lesquelles circulent des fluides dont la température varie entre 50 et 95 °C.

3 - Une méthode pour déterminer le réglage des robinets d'équilibrage sera abordée dans la suite de cette fiche Bonnes Pratiques, qui paraîtra dans un prochain numéro d'IMB.

Figure 2 - Agencements de boucle de recirculation



recirculation. Le clapet de retenue permet d'éviter une inversion du sens de l'écoulement. Le robinet d'arrêt permet d'isoler individuellement chaque boucle pour pouvoir y effectuer des travaux.

Il n'est pas avantageux de laisser une boucle de recirculation en fonction lorsque le bâtiment est inoccupé ou durant la nuit. La pompe et le chauffe-eau sont alors sollicités inutilement puisque la possibilité de demande est faible ou inexistante. C'est pourquoi il est recommandé de prévoir **une minuterie** ou un dispositif de contrôle équivalent pour mettre la pompe à l'arrêt durant ces périodes.

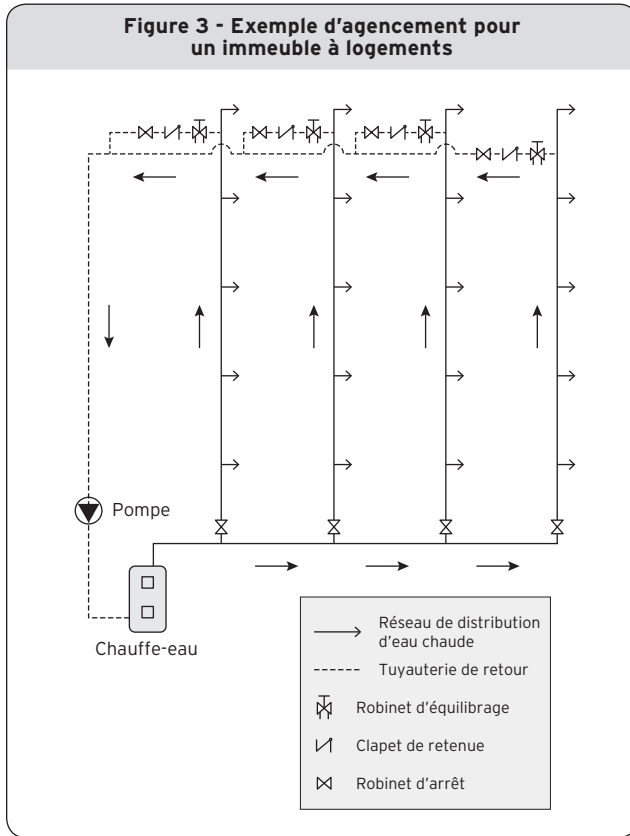
Il faut également prévoir un moyen pour **purger l'air** du système. Aucun dispositif particulier n'est toutefois nécessaire si la tuyauterie de retour est raccordée en-dessous de l'appareil sanitaire le plus élevé, puisque l'air sera évacué chaque fois que cet appareil sera utilisé. Sinon, il faut installer un purgeur d'air au(x) point(s) le(s) plus élevé(s) du système.

**EXEMPLE :** La figure 3 illustre un exemple d'agencement de boucle de recirculation pour un immeuble à logements avec eau chaude domestique centralisée. Cet agencement sera utilisé au fil des exemples suivants pour illustrer les étapes de conception d'une boucle de recirculation. À noter que même si la recirculation est en grande partie assurée par un retour commun, cette installation comporte 4 boucles de recirculation en parallèle (1 boucle par colonne montante).

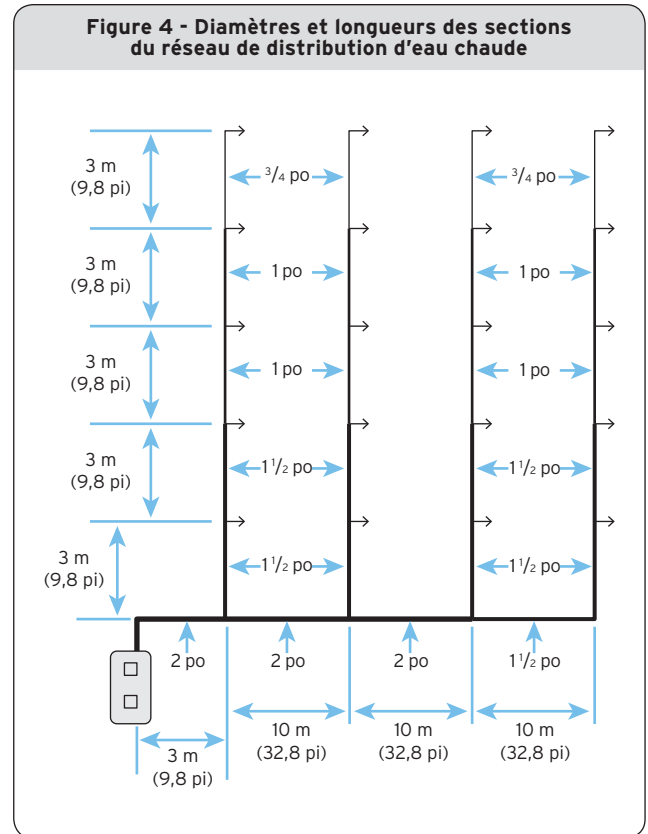
### Étapes de conception

Avant d'entreprendre la conception de la boucle de recirculation, le réseau de distribution d'eau chaude doit avoir été dimensionné adéquatement. Des méthodes pour effectuer ce dimensionnement sont disponibles dans le Chapitre III, Plomberie du *Code de construction du Québec* ainsi que dans les *ASHRAE Handbooks* et les *ASPE Data Books*.

**EXEMPLE (suite) :** La figure 4 représente le réseau de distribution d'eau chaude illustré précédemment (figure 3), sans la



tuyauterie de retour. Le diamètre de chaque section du réseau y est indiqué, déterminé en fonction du besoin en eau chaude des appareils sanitaires. On y retrouve aussi la longueur de chaque section. Le diamètre et la longueur de la tuyauterie de retour reste indéterminés pour l'instant.



### 1. Pertes thermiques

Une fois le dimensionnement du réseau de distribution d'eau chaude complété, la première étape pour la conception d'une boucle de recirculation d'eau chaude consiste à évaluer le rythme auquel cette boucle perdra sa chaleur. Cette étape permet ensuite de déterminer le débit requis pour maintenir l'eau de la boucle à une température minimale de 55 °C.

L'eau chaude d'une boucle de recirculation transmet sa chaleur par conduction à travers la tuyauterie, puis par convection dans l'air ambiant et par rayonnement aux surfaces environnantes. Ce transfert s'effectue à un certain rythme, qui varie en fonction de divers paramètres (notamment la longueur, le diamètre, l'épaisseur et la conductivité thermique de la tuyauterie; l'épaisseur et la conductivité thermique de l'isolant; et la différence de température entre l'eau chaude et l'air ambiant). Ce transfert de chaleur par unité de temps, qui peut être désigné par le terme « perte thermique », est généralement exprimé en W ou en Btu/h.

On retrouve aux tableaux 1 et 2 des valeurs approximatives de perte thermique par unité de longueur<sup>4</sup> pour les épaisseurs d'isolant exigées par le *Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments*. Ces valeurs proviennent du chapitre 5 du *Plumbing Engineering Design Handbook - Volume 4* de l'ASPE, paru en 2012.

**Tableau 1 - Perte thermique linéaire, tuyauterie de 2 po et moins avec 25 mm d'isolant**

Diamètre nominal	Épaisseur d'isolant	Perte thermique linéaire
1/2 po	25 mm (1 po)	6,7 W/m (7 Btu/(h•pi))
3/4 po		7,7 W/m (8 Btu/(h•pi))
1 po		8,7 W/m (9 Btu/(h•pi))
1 1/4 po		10,6 W/m (11 Btu/(h•pi))
1 1/2 po		10,6 W/m (11 Btu/(h•pi))
2 po		12,5 W/m (13 Btu/(h•pi))

**Tableau 2 - Perte thermique linéaire, tuyauterie de 2 1/2 po et plus avec 38 mm d'isolant**

Diamètre nominal	Épaisseur d'isolant	Perte thermique linéaire
2 1/2 po	38 mm (1 1/2 po)	9,6 W/m (10 Btu/(h•pi))
3 po		13,5 W/m (14 Btu/(h•pi))
4 po		16,3 W/m (17 Btu/(h•pi))
6 po		22,1 W/m (23 Btu/(h•pi))
8 po		26,9 W/m (28 Btu/(h•pi))

4 - Ces valeurs ont été établies en fonction d'une différence de température de 39 °C (70 °F) entre l'eau chaude et l'air ambiant, et d'un isolant en fibre de verre (conductivité thermique d'environ 0,04 W / (m•°C)).

La perte thermique d'une section de tuyauterie peut être calculée en multipliant la **longueur** de cette tuyauterie par la valeur de **perte thermique linéaire** qui y est associée (voir tableaux 1 et 2) :

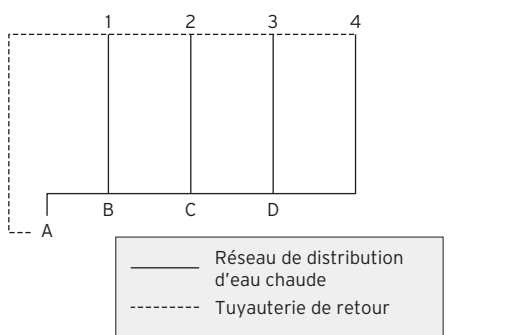
$$\text{Perte thermique [W]} = \text{Perte thermique linéaire [W/m]} \times \text{Longueur [m]}$$

Pour un réseau de distribution d'eau chaude bouclé, il est important de calculer :

- la perte thermique totale de l'ensemble du réseau bouclé, pour déterminer le débit de la pompe de circulation ;
- la perte thermique dans chaque branche du réseau bouclé, pour déterminer le débit qui y est requis lorsque le réseau bouclé contient plusieurs branches en parallèle. Cela permettra de régler les robinets d'équilibrage à chaque branche.

**EXEMPLE (suite) :** Les diamètres et les longueurs de tuyauterie du réseau de distribution d'eau chaude ont été déterminés à l'étape précédente (figure 4). La longueur et le diamètre de la tuyauterie de retour sont toutefois inconnus. Il est nécessaire de les estimer pour poursuivre la conception. Dans ce cas-ci, la longueur de la tuyauterie de retour est estimée à 50 m (164 pi) et le diamètre nominal<sup>5</sup> de la tuyauterie de retour est estimé à 3/4 po. Puisqu'il n'y a pas de diamètre supérieur à 2 po, l'ensemble de la tuyauterie du réseau bouclé sera isolée à l'aide d'un isolant de 25 mm d'épaisseur. La figure 5 représente un schéma simplifié du réseau bouclé, pour faciliter l'identification de chacune des branches.

**Figure 5 - Branches du réseau bouclé**



La perte thermique dans une branche est calculée en multipliant les longueurs de tuyauterie de cette branche par les valeurs de perte thermique linéaire appropriées (tableau 1). Par exemple, la branche B-1 (du point B au point 1) a :

- 3 m de tuyauterie 3/4 po ;
- 6 m de tuyauterie 1 po ; et
- 6 m de tuyauterie 1 1/2 po.

5 - Ce diamètre devra être validé par la suite lors du calcul des pertes de pression.

N.B. : Lors d'une consultation postérieure à la date de sa publication, il vous revient de vérifier si la présente fiche a été mise à jour, remplacée ou annulée. Cette fiche explicative ne remplace pas, en tout ou en partie, la réglementation en vigueur, soit le Code de construction du Québec.

Toute reproduction est interdite sans l'autorisation de la CMMTQ.

La perte thermique dans cette branche est donc égale à :

$$(3 \text{ m} \times 7,7 \text{ W/m}) + (6 \text{ m} \times 8,7 \text{ W/m}) + (6 \text{ m} \times 10,6 \text{ W/m}) = 139 \text{ W}$$

Les pertes thermiques de chaque branche :

**Tableau 3 : Perte thermique par branche**

Branche	Diamètre (po)	Longueur (m)	Perte thermique linéaire (W/m)	Perte thermique (W)
A-B	2	3	12,5	38
B-1	3/4	3	7,7	139
		6	8,7	
		6	10,6	
B-C	2	10	12,5	125
C-2	3/4	3	7,7	139
		6	8,7	
		6	10,6	
C-D	2	10	12,5	125
D-3	3/4	3	7,7	139
		6	8,7	
		6	10,6	
D-4	3/4	3	7,7	245
		6	8,7	
		16	10,6	
4-3	3/4	10	7,7	77
3-2	3/4	10	7,7	77
2-1	3/4	10	7,7	77
1-A	3/4	20	7,7	154
<b>Perte thermique totale (W)</b>				<b>1335</b>

La **perte thermique totale** de l'ensemble du réseau bouclé est obtenue en faisant la somme des pertes thermiques de chaque branche (somme de la colonne de droite du tableau 3). Dans ce cas-ci, la valeur de perte thermique de la boucle de recirculation est donc égale à **1335 W (4555 Btu/h)**. Cela signifie que la boucle de recirculation dégage de la chaleur à un rythme d'environ 1335 W. À titre indicatif, pour de la tuyauterie en cuivre non isolée, les pertes auraient été environ 4 fois plus élevées (environ 5340 W ou 18 220 Btu/h).

Le débit de circulation requis pour maintenir l'eau de la boucle à une température minimale de 55 °C peut maintenant être déterminé (en fonction de la perte thermique calculée ci-dessus).

La suite et la conclusion de cette fiche *Bonnes Pratiques* paraîtra dans le prochain numéro de l'IMB. Nous y verrons notamment comment :

- calculer le débit de circulation et sélectionner la pompe de recirculation ;
- calculer les débits auxquels les robinets d'équilibrage doivent être réglés ; et
- dimensionner la tuyauterie de retour pour éviter que la vitesse d'écoulement de l'eau et les pertes de pression ne soient trop élevées.