

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 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 m 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 la consommation énergétique dans certains cas, s'il est bien conçu.

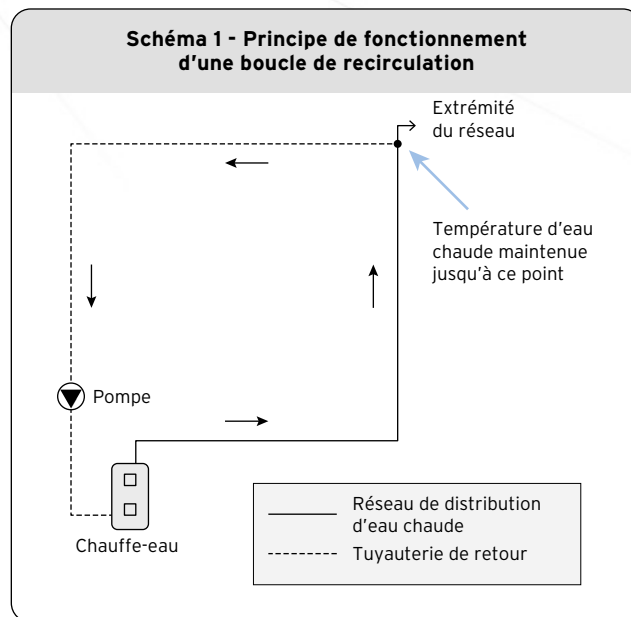
Un système de maintien de la température peut prendre la forme d'une boucle de recirculation d'eau chaude ou d'un système de réchauffage autorégulateur par fil chauffant. Cette fiche *Bonnes pratiques* couvre le premier de ces systèmes et a pour objectif d'expliquer les étapes de conception d'une boucle de recirculation d'eau chaude.

Rôle et principe de fonctionnement

Une boucle de recirculation maintient la température dans le réseau d'eau chaude. Par exemple, un réseau de distribution d'eau chaude d'un édifice à bureaux est généralement sollicité le matin lors de l'arrivée des occupants. Il peut ensuite s'écouler un certain temps avant la prochaine demande. Entretemps, 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 le temps de se refroidir. Le prochain utilisateur devra donc purger la tuyauterie de cette eau froide avant d'avoir à nouveau de l'eau chaude. La solution à ce problème est l'installation d'une boucle de recirculation qui consiste à assurer la présence d'eau chaude en continu dans le réseau, en la faisant circuler dans le chauffe-eau. Le système nécessitera 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.

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;
- Lorsqu'elle circule dans la boucle, l'eau **ne doit pas avoir une température inférieure à 55 °C** en tout point du réseau;
- Une boucle de recirculation d'eau chaude ne devrait pas fonctionner de façon intermittente ou être arrêtée.
- 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



tique 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 lorsqu'elle circule dans la boucle, l'eau ne doit pas avoir une température inférieure à 55 °C (131 °F). Dans ces conditions, plus les pertes de chaleur à travers la tuyauterie sont élevées, plus le débit de circulation doit être élevé pour maintenir la température de l'eau au seuil minimal 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 calorifugée¹ avec un isolant de :

- **25 mm (1 po)** d'épaisseur pour la tuyauterie dont le diamètre nominal est 2 po et moins ;
- **38 mm (1 1/2 po)** d'épaisseur pour la tuyauterie dont le diamètre nominal est 2 1/2 po et plus².

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·pi²·°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

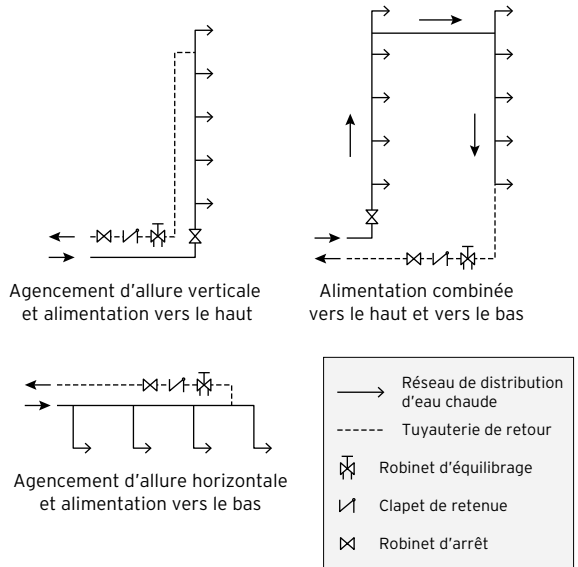
L'agencement de la boucle de recirculation dépend généralement de la configuration du réseau de distribution d'eau chaude. L'alimentation en eau chaude peut se faire vers le haut ou vers le bas, selon l'emplacement du chauffe-eau par rapport aux appareils sanitaires desservis. De plus, le réseau peut avoir une allure plus verticale ou plus horizontale selon 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 doivent être réglés de manière à maintenir une température acceptable dans l'ensemble du réseau bouclé. Il faut aussi prévoir un clapet de retenue et un robinet d'arrêt sur la tuyauterie de retour de chaque boucle de 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.

1 - Article 148 du Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments.

2 - Article 109 du Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments, en ce qui concerne les canalisations dans lesquelles circulent des fluides dont la température varie entre 50 et 95 °C.

Schéma 2 - Agencements de boucle de recirculation



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.

Le schéma 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. Même si la recirculation est en grande partie assurée par un retour commun, cette installation comporte quatre boucles de recirculation en parallèle (une 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 les *ASHRAE Handbooks* et les *ASPE Data Books*.

Le schéma 4 représente le réseau de distribution d'eau chaude illustré précédemment (schéma 3), sans la tuyauterie de retour. Le diamètre de chaque section du réseau y est indiqué et déterminé en fonction du besoin en eau chaude des appareils sanitaires. La longueur de chaque section y est également indiquée. Le diamètre et la longueur de la tuyauterie de retour reste indéterminés pour l'instant (voir la fiche *Bonnes pratiques PL-36 Conception d'une boucle de recirculation d'eau chaude*).

Schéma 3 - Exemple d'agencement pour un immeuble à logements

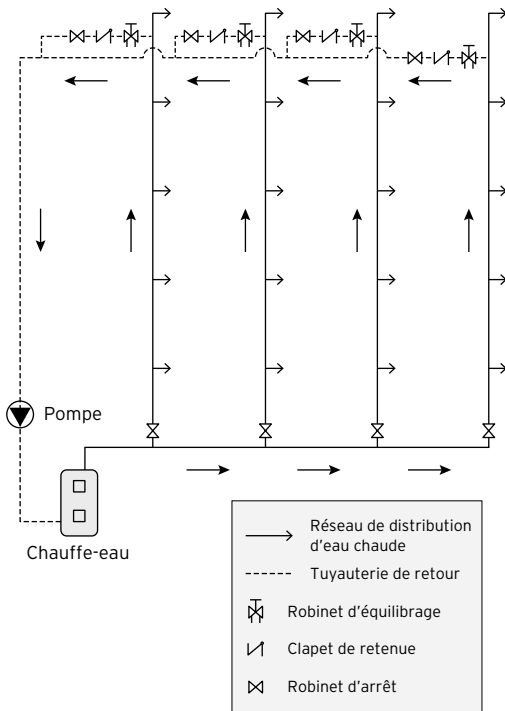
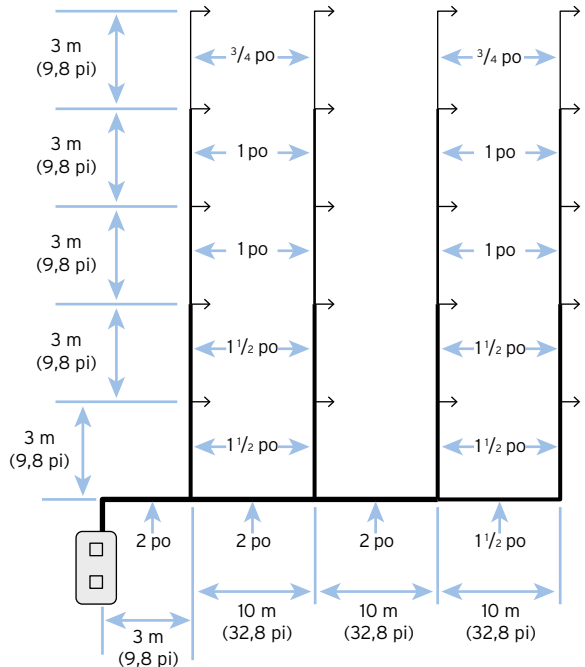


Schéma 4 - Diamètres et longueurs des sections du réseau de distribution d'eau chaude



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 le fluide dans 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, etc.). Ce transfert de chaleur par unité de temps, désigné par le terme perte thermique, est généralement exprimé en W ou en Btu/h.

Les tableaux 1 et 2 indiquent les valeurs approximatives de perte thermique par unité de longueur³ 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.

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))

3 - 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)).

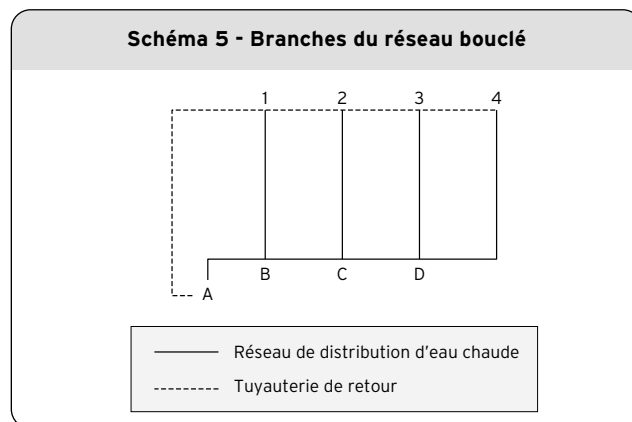
La perte thermique d'une section de tuyauterie peut être calculée en multipliant la longueur de cette tuyauterie par la valeur de perte thermique linéaire associée (voir tableaux 1 et 2):

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

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

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

Les diamètres et les longueurs de tuyauterie du réseau de distribution d'eau chaude ont été déterminés à l'étape précédente (schéma 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 nominal⁴ de la tuyauterie de retour est estimé à 3/4 po en fonction des pertes de charge générées par la longueur de tuyauterie. Puisqu'il n'y a pas de diamètre supérieur à 2 po, l'ensemble de la tuyauterie du réseau de recirculation sera isolée à l'aide d'un isolant de 25 mm d'épaisseur. Le schéma 5 illustre un réseau de recirculation simplifié pour faciliter l'identification de chacune des branches.



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.

4 - Ce diamètre doit être validé lors du calcul des pertes de pression.

La perte thermique dans cette branche est :

$$(3 \text{ m} \times 7,7 \text{ W/m}) + (6 \text{ m} \times 8,7 \text{ W/m}) + (6 \text{ m} \times 10,6 \text{ W/m}) = 138,9 \text{ W}$$

Les pertes thermiques de chaque branche sont indiquées au tableau 3.

Branches	Diamètre (po)	Longueur (m)	Perte thermique linéaire (W/m)	Perte thermique (W)
A-B	2	3	12,5	37,5
B-1	3/4	3	7,7	138,9
	1	6	8,7	
	1 1/2	6	10,6	
B-C	2	10	12,5	125
C-2	3/4	3	7,7	138,9
	1	6	8,7	
	1 1/2	6	10,6	
C-D	2	10	12,5	125
D-3	3/4	3	7,7	138,9
	1	6	8,7	
	1 1/2	6	10,6	
D-4	3/4	3	7,7	244,9
	1	6	8,7	
	1 1/2	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
Perte thermique totale arrondie (W)				1335

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).

La suite de cette fiche *Bonnes pratiques* permet de :

- 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.