

Les planchers radiants hydroniques

Avec la popularité grandissante des planchers radiants, de plus en plus d'entrepreneurs sont appelés à installer ce type de chauffage hydronique dans les sous-sols de résidences.

Sans être exhaustive, cette fiche *Bonnes pratiques* sert à rappeler les éléments à considérer lors de l'installation des planchers radiants hydroniques. Elle porte sur le type d'appareils de chauffage acceptable, leur puissance, les accessoires nécessaires, la tuyauterie ou les tubes, les températures et la vitesse du fluide caloporteur ainsi que la relation entre la configuration et le dégagement de chaleur. Elle est basée en partie sur le *Code d'installation des systèmes de chauffage hydronique* (CSA B214).

Appareil de chauffage

L'appareil de chauffage doit être choisi en fonction des pertes thermiques du bâtiment ou des pièces à chauffer. Par conséquent, le concepteur doit déterminer les pertes de charge en période de chauffage. Il doit donc connaître l'endroit où l'installation sera effectuée ce qui le renseignera sur les températures de calcul (extérieure et du sol)¹, les dimensions des pièces et des éléments exposés, le nombre de portes et de fenêtres et les facteurs d'isolation des divers éléments structuraux. Il doit également prendre en compte la ventilation mécanique obligatoire, les pertes par infiltration et la puissance de récupération du ventilateur récupérateur de chaleur. Pour en savoir plus sur le calcul des pertes thermiques, consulter la fiche *Bonnes pratiques CH-2 Estimation des besoins en chauffage d'un bâtiment*. Le calculateur électronique de la CMMTQ *Pertes et gains thermiques* peut également être utilisé.

C'est donc à partir du total des pertes calculées que la puissance nette de l'appareil est déterminée.

L'appareil peut être de deux types, soit une chaudière ou un chauffe-eau pour usage mixte (chauffage de l'eau domestique et chauffage de l'espace).

Certaines conditions s'appliquent dans le cas d'un chauffe-eau mixte :

- il doit être approuvé par le fabricant pour une utilisation mixte;
- la puissance de chauffage des espaces ne doit pas dépasser 75 000 Btu (21 980 kW);
- sa puissance doit être établie par calcul des sommes des besoins d'eau chaude domestique (intégrant la reprise de prélèvement de la première heure) et les besoins du chauffage hydronique;
- il est interdit d'utiliser un appareil conçu uniquement pour le chauffage de l'eau domestique.

Pompe circulatrice

Le choix de la pompe circulatrice est fait en fonction de la température de conception du fluide caloporteur entrant et sortant de la chaudière, des pertes thermiques à combattre, de la perte de charge de la tuyauterie (friction), de la hauteur ainsi que de la constante du fluide.

Le concepteur doit, dans un premier temps, déterminer le différentiel de température entre le caloporteur entrant et sortant dans la chaudière (ΔT). La chute de température est généralement comprise entre 10 °F et 20 °F pour un appareil qui n'est pas à condensation. Pour un système d'une capacité donnée, une chute de température de 20 °F aura pour effet de réduire la taille de la pompe circulatrice. Par contre, la température du fluide sera réduite vers la fin du circuit. Une chute de température de 10 °F augmentera la taille et le coût de fonctionnement de la pompe, mais conservera une température plus élevée du fluide en aval du circuit. Les recommandations du fabricant doivent être consultées afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'appareil et ainsi éviter des cycles d'arrêt/départ trop fréquents.

¹ - Voir l'Annexe C - Conditions climatiques et sismiques du chapitre I, *Bâtiment* du Code de construction du Québec ou consulter le calculateur Données climatiques et sismiques au www.cmmtq.org > Technique > Calculateurs.



Les appareils à condensation nécessitent un plus grand ΔT . De façon générale, il est minimalement de 30 °F. Il est primordial de consulter les instructions du fabricant pour déterminer le ΔT le plus favorable au bon fonctionnement pour obtenir l'efficacité maximale de l'appareil.

Selon le diamètre et le type de conduites choisis, les pertes de charge varieront. Ainsi, il est important de consulter les documents techniques des fabricants pour les connaître.

Dans le cas où seule de l'eau est circulée dans le système, la constante de l'eau est le résultat du poids de l'eau en livres multiplié par le facteur temps. Puisqu'il s'agit de Btu/h, le poids de l'eau est multiplié par 60 minutes. La capacité des pompes utilisées pour le chauffage hydronique est calculée en USgpm. Le poids d'un gallon US (8,33 livres) doit être multiplié par 60 minutes.

La constante de l'eau = 8,33 livres \times 60 minutes = 500

La formule applicable pour déterminer la puissance d'une pompe circulatrice est :

$$\text{USgpm} = \text{Btu} / (500 \times \Delta T)$$

Si un mélange eau/glycol est circulé dans le système, la constante est différente, selon le pourcentage de glycol utilisé.

Tuyauterie ou tubes en plastique

Pour les tubes non métalliques, les matériaux utilisés dans un système hydronique fermé doivent être choisis pour que les effets de la perméation à l'oxygène soient réduits en offrant une barrière de moins de 0,1 g/m³ (0,04 grains/pi³/j) à 40 °C (104 °F).

Réservoir d'expansion

Le réservoir d'expansion doit être dimensionné en fonction du réseau. Consulter la fiche technique n° 11 *Le calcul des réservoirs d'expansion* ou le calculateur *Détermination de la capacité du réservoir d'expansion* pour en savoir davantage. L'emplacement du réservoir d'expansion est également important. La fiche *Bonnes pratiques CH-3 Emplacement du réservoir d'expansion dans un système de chauffage hydronique* traite de la question.

Isolation

L'imperméabilisation de la dalle sur sol empêche en partie l'eau et l'humidité contenues dans le sol de migrer à l'intérieur du béton. Ainsi, l'application ou l'installation d'un isolant adéquat prévient la dégradation des matériaux et la déperdition thermique. En plus des problèmes d'humidité liés à une isolation inappropriée, l'efficacité d'un plancher radiant est grandement influencée par les pertes thermiques. De ce fait, les coûts de chauffage seront à la hausse ou le confort sera moindre. Dans le but d'assurer une isolation minimale, deux articles du code CSA B214 exigent les mesures minimales suivantes :

- 14.4.5.1.** *Si un système de chauffage par rayonnement intégré au plancher en béton coulé est posé en contact avec le sol, un isolant conforme à l'article 14.4.5.3. doit :*
- a) être placé entre le béton et le sol;
 - b) se prolonger le plus près possible du bord extérieur du béton; et
 - c) être placé sur les bords de la dalle.

*Si la valeur de résistance thermique minimale n'est pas spécifiée par l'autorité compétente, la valeur de résistance thermique totale mesurée entre le béton et le sol doit être au minimum égale à 0,9 m² * K/W (valeur R de 5 h * pi² * °F/Btu).*

- 14.4.5.2.** *Si un système de chauffage par rayonnement intégré au plancher en béton coulé est posé sur le sol, un isolant conforme à l'article 14.4.5.3. et ayant une valeur RSI minimale de 0,9 m² * K/W (valeur R de 5 h * pi² * °F/Btu) doit être placé sur les bords verticaux de la dalle.*

Système international métrique : RSI exprimé en [m² * °K/W]

Système impérial : R exprimé en [h * pi² * °F/Btu]

R → RSI : RSI = (valeur R) * 0,1761 [facteur de conversion]

RSI → R : R = (valeur RSI) * 5,6782 [facteur de conversion]

Déterminer la température moyenne du plancher

Lors de la conception, il est important d'établir la température moyenne du plancher selon la température désirée dans la pièce. Par exemple, la température d'une pièce doit être maintenue à 70 °F. En considérant une perte thermique de 7000 Btu/h, la température moyenne du sol doit être calculée de cette façon :

$$T_{\text{moy,plancher}} = T_{\text{pièce}} + 0,5 * \left(\frac{\text{Btu/h}}{\text{pi}^2} \right)$$

$$T_{\text{moy,plancher}} = 70 + 0,5 * \frac{7000}{300} = 81,7 \text{ °F}$$

Déterminer la température du fluide dans le réseau en un point donné

Pour déterminer la température du fluide dans le réseau en un point donné, il faut connaître certains paramètres. Dans l'exemple, la tuyauterie a une longueur développée de 300 pi et elle est située dans une dalle de béton. La distance centre en centre des tubes de 1/2 po (PEX) est de 12 po. Le débit de l'eau est de 1,2 USgpm et la température d'entrée de l'eau est de 110 °F. En effectuant le calcul ci-dessous, il est possible de déterminer la température à la sortie du réseau de 300 pi.

$$T_{\text{fluide}} = T_{\text{pièce}} + (T_{\text{entrée}} - T_{\text{pièce}}) * e^{-\left(\frac{x * l}{d * (8,01 * p * c)}\right)}$$

$$T_{\text{fluide}} = 70 + (110 - 70) * e^{-\left(\frac{1 * 300}{1,2 * (8,01 * 61,9 * 1)}\right)} = 94,2 \text{ °F}$$

x : variable selon le coefficient R du revêtement
ρ : masse volumique du fluide [lb/pi³]
l : longueur du réseau [pi] [Btu/lb/°F]
c : chaleur spécifique du fluide [Btu/lb/°F]
d : débit USgpm

Déterminer la température moyenne du fluide

La température moyenne du fluide dans le réseau peut être estimée en utilisant la formule suivante :

$$T_{\text{moy}} = T_{\text{pièce}} + \frac{(Btu/h) / \rho l^2}{\text{Valeur K pour le coefficient R du revêtement}}$$

$$T_{\text{moy}} = 70 + \frac{(7000/300)}{0,47} = 119,6 \text{ °F}$$

Dalle sur sol	Valeur K pour tubes de				
	6 po c/c	9 po c/c	12 po c/c	18 po c/c	24 po c/c
R = 0	1,13	1	0,88	0,69	0,56
R = 0,5	0,74	0,67	0,62	0,52	0,44
R = 1,0	0,53	0,50	0,47	0,41	0,36
R = 1,5	0,42	0,40	0,38	0,34	0,30
R = 2,0	0,34	0,33	0,32	0,29	0,26

Déterminer la longueur du réseau

La longueur de tuyau nécessaire pour couvrir la superficie d'une pièce est estimée avec cette équation :

$$\text{Longueur} = 12 * \frac{\text{Aire de la pièce}}{\text{Espaceur centre en centre de la tuyauterie}}$$

$$\text{Longueur} = 12 * \frac{300}{12} = 300 \text{ pi}$$

Longueur maximale des boucles

La longueur maximale d'une boucle est un élément important dans la conception d'un réseau. L'article 14.3.2 apporte des spécifications à ce sujet :

« La longueur maximale de tubes continus raccordés à un collecteur de retour et d'alimentation ne doit pas être supérieure aux longueurs spécifiées par le fabricant ou, en l'absence de spécifications du fabricant, aux longueurs spécifiées au tableau 1. Les longueurs réelles des boucles doivent être calculées en fonction de l'espaceur, du débit, de la température et de la chute de pression, ainsi que des spécifications de pompage, conformément à la conception du système. »

Le tableau 1 démontre qu'il existe une relation directe entre la longueur de tuyauterie permise et le diamètre de celle-ci.

Il est également important de rappeler l'article 14.3.3 du code CSA B214 : « Aux fins de l'équilibrage du système, chaque boucle doit porter une étiquette solidement fixée au collecteur, qui indique sa longueur, ainsi que la ou les pièces et la ou les aires desservies. »

Tableau 1 - Longueur maximale des tuyaux continus raccordés à un collecteur de retour et d'alimentation
(voir l'article 14.3.2)

Diamètre nominal des tubes	Longueur maximale des boucles
1/4 po	39 m (125 pi)
5/16 po	61 m (200 pi)
3/8 po	76 m (250 pi)
1/2 po	91 m (300 pi)
5/8 po	122 m (400 pi)
3/4 po	152 m (500 pi)
1 po	229 m (750 pi)

Note : Les données de ce tableau ont été compilées par le Comité technique B214 et sont fondées sur les recommandations des fabricants et des bonnes pratiques d'ingénierie.

Configuration des circuits

La configuration des circuits de panneaux radiants dépend de plusieurs facteurs. Dans un premier temps, elle doit prendre en compte les parties les plus froides de la pièce (parties exposées), la température du fluide caloporteur, la vélocité du fluide, le diamètre des tubes et l'espacement entre ces derniers.

Les parties froides de la pièce se verront attribuer la partie la plus chaude du circuit tandis que les parties non exposées seront desservies par l'autre extrémité du circuit.

Le code CSA B214 exige que les températures de surface des planchers ne dépassent pas 29 °C (84 °F) dans les zones occupées, sous réserve des exceptions suivantes :

- 88 °F (31 °C) dans les habitations et les locaux commerciaux;
- 91 °F (33 °C) dans les salles de bains, les piscines intérieures et les foyers;
- 95 °F (35 °C) dans les zones périmétriques des panneaux rayonnants, c'est-à-dire jusqu'à 2,5 pi (0,8 m) des murs extérieurs.

Afin de contrôler adéquatement la température du fluide dans les circuits de panneaux radiants, l'utilisation de vannes thermostatiques peut être nécessaire. Il est également possible de réduire la température des circuits en utilisant un échangeur de chaleur. Ce dernier doit être dimensionné en fonction des chartes incluses dans la documentation du fabricant.

Conception des boucles

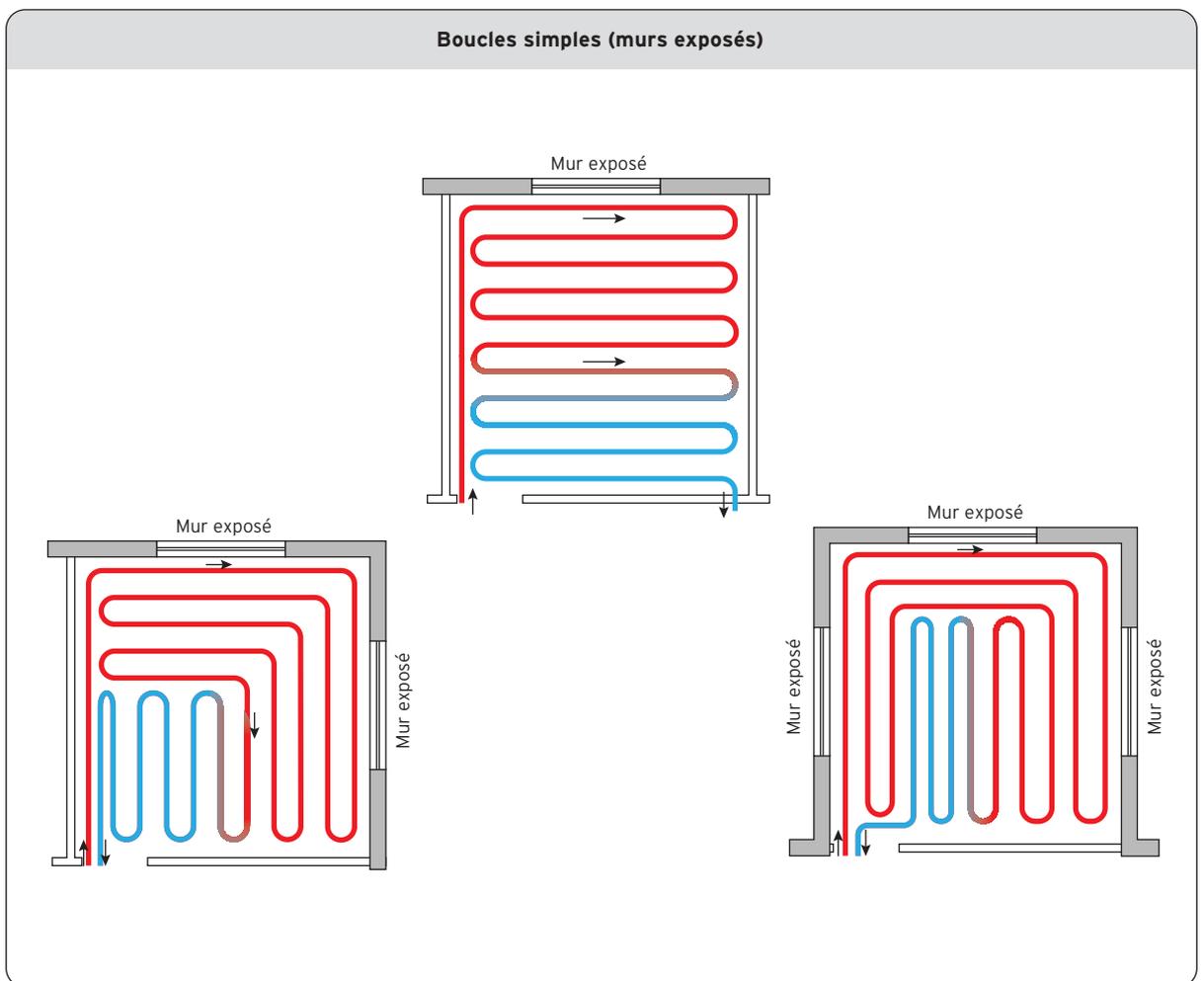
Le chauffage par rayonnement hydronique est utilisé principalement parce qu'il offre une flexibilité d'application pour divers types de bâtiment. Malgré les nombreuses possibilités d'aménagement, il est primordial que l'installation rencontre les exigences de l'article 9.33.4.2. du chapitre I, Bâtiment du *Code de construction du Québec* : « L'installation d'un système hydronique doit être conforme aux règlements provinciaux, territoriaux ou municipaux pertinents ou, en leur absence, à la norme CSA B214 - Code d'installation des systèmes de chauffage hydronique. »

Sachant que la conceptualisation du système est d'une importance capitale afin d'optimiser le rendement du système, une attention particulière doit être consacrée à l'élaboration du parcours effectué par la tuyauterie. Par ailleurs, l'article 14.3.1 du code CSA B214 apporte des spécifications sur la mise en œuvre des tubes : « Les tubes des panneaux rayonnants de chauffage hydronique des planchers doivent être installés conformément aux instructions du fabricant et aux spécifications de la conception du système sur leur disposition et leur espacement. À l'exception des conduites principales de distribution, l'espacement entre axes des tubes indiqués dans la conception et les longueurs des boucles ne doivent pas différer de $\pm 10\%$ par rapport à ce qui est spécifié dans la conception. En outre, un écart maximal dans l'espacement des tubes de $\pm 20\%$ est admissible si les conditions sur place entrent en contradiction avec les indications de la conception. ». Malgré les précisions apportées dans cet article, la notion de « conception » demeure floue. ▶

Voici des exemples concrets de mise en place de la tuyauterie :

Boucles simples (murs exposés)

La tuyauterie doit être située au périmètre de la pièce afin de diriger le fluide caloporteur ayant la température la plus élevée vers l'endroit où les pertes thermiques sont les plus importantes. Cette façon de procéder permet de limiter les déperditions thermiques causées par les murs extérieurs. Cette disposition est particulièrement efficace pour les pièces avec une seule boucle (circuit simple).



Boucles simples (sans mur exposé)

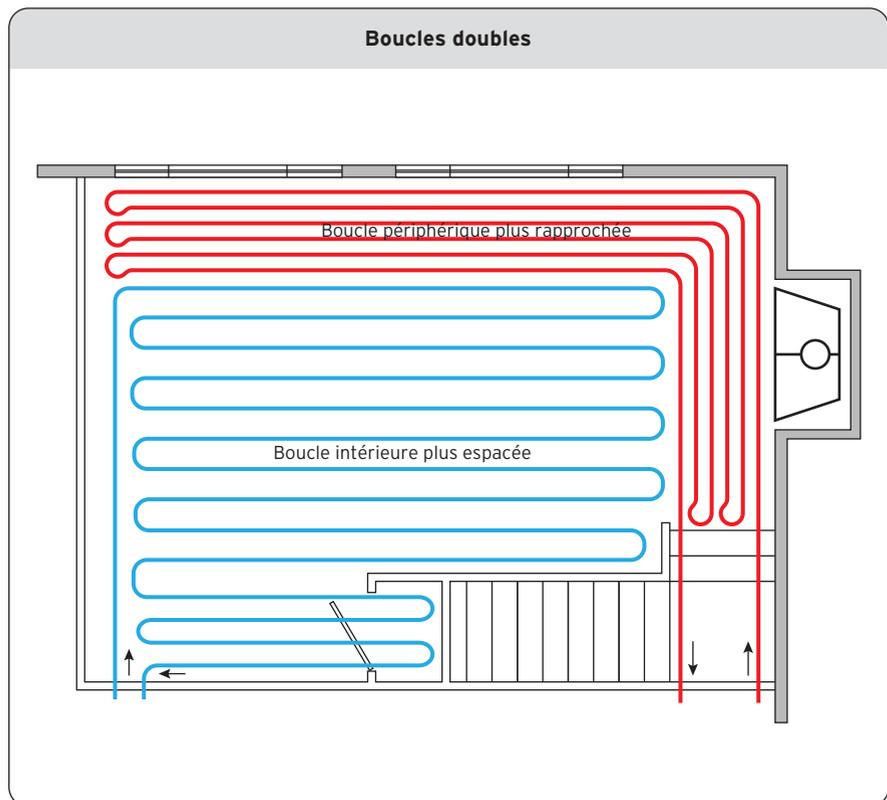
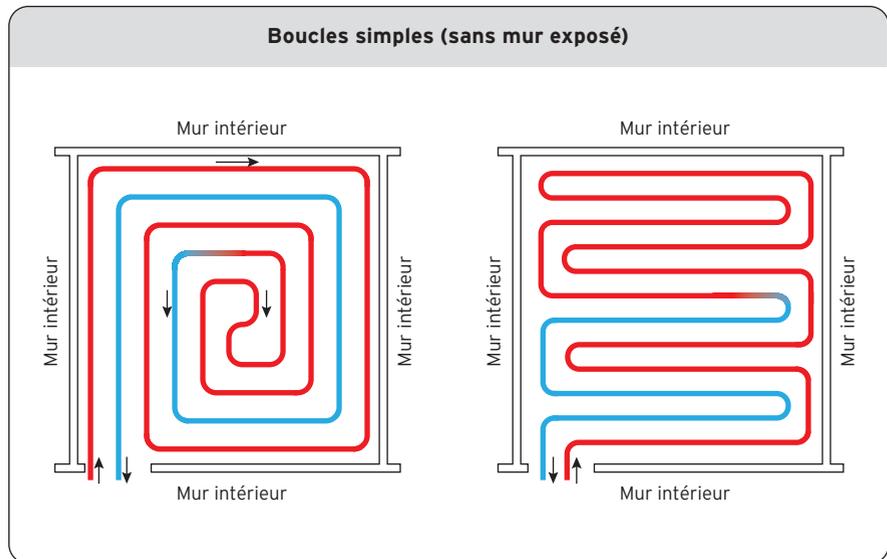
N'ayant pas les mêmes contraintes que les installations précédentes, la disposition de la tuyauterie n'est pas réalisée en fonction des murs extérieurs. Elle est davantage disposée de manière à offrir une répartition uniforme de la chaleur sur l'ensemble de la surface. Ce type d'alignement est fréquemment observé dans des bâtiments de plus grande superficie puisque les pièces contigües sont nettement moins exposées aux déperditions thermiques.

Boucles doubles

Dans une pièce de plus grande dimension, il peut s'avérer impossible de couvrir l'ensemble de la superficie avec une seule boucle. Pour pallier cette situation, un réseau ayant une boucle périphérique en combinaison avec une boucle intérieure peut être la solution. Généralement, la distance centre en centre des tubes de la boucle périphérique est plus rapprochée que celle de la boucle intérieure.

Il est de bonne pratique de remettre une copie du plan des installations au propriétaire. Ainsi, dans l'éventualité d'un bris, il sera beaucoup plus facile de cerner la problématique et d'apporter les correctifs nécessaires. De plus, la remise d'un schéma précis de l'emplacement de la tuyauterie peut s'avérer fort utile afin de prévenir les avaries mécaniques liées à des travaux futurs.

En résumé, les méthodes de conception illustrées ne sont pas des exigences, mais bien des bonnes pratiques puisque le code CSA B214 n'indique pas de façon précise comment procéder. Veuillez noter que les agencements démontrés précédemment et les spécifications concernant l'installation d'un plancher radiant demeurent sous toutes réserves des recommandations du fabricant.



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.