

## Chapitre 7

# Considérations et calculs de perte de chaleur

L'étape la plus importante pour un système rayonnant bien conçu est une analyse précise, pièce par pièce, de la perte de chaleur. Les décisions et les calculs reposent tous, jusqu'à un certain point, sur la perte de chaleur subie par le bâtiment.

Cette section vise à expliquer comment calculer la perte de chaleur manuellement ainsi qu'électroniquement à l'aide du logiciel Uponor Advanced Design Suite<sup>MC</sup> (ADS). ADS analyse la performance d'un bâtiment selon les plans de conception (pire scénario) en déterminant la perte et le gain de chaleur.

### Perte vers le bas

La perte vers le bas est la quantité d'énergie, en BTU/h, transmise vers le bas à partir du plancher rayonnant à une charge donnée. Que l'on calcule la perte de chaleur manuellement ou avec ADS, la perte vers le bas sera significative avec un système rayonnant pour plancher et doit être analysée avec soin.

L'importance d'isoler sous le plancher pour compenser la perte vers le bas varie selon le projet. Elle augmente particulièrement lorsque les éléments suivants sont présents dans un système :

- Augmentation de l'épaisseur de la dalle.
- Augmentation de la valeur R du couvre-plancher.
- Augmentation de la température différentielle entre la dalle et le sol en dessous.
- Présence d'une nappe phréatique sous la dalle.
- Augmentation du ratio du périmètre de la dalle par rapport à la surface totale de la dalle.
- Planchers suspendus

### Épaisseur de la dalle

Une dalle plus épaisse est synonyme de temps de réponse plus long. En ajoutant de l'isolation, on prévient la transmission d'énergie vers le bas, ce qui permet une meilleure transmission de chaleur vers l'espace climatisé.

### Couvre-plancher

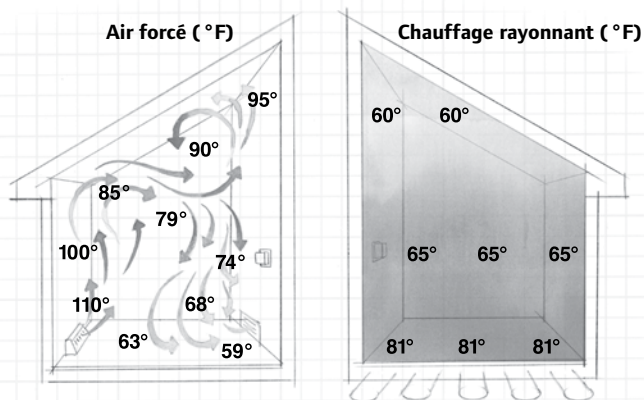
La chaleur prend le chemin de la moindre résistance. Un couvre-plancher à valeur R élevée force la chaleur à se diriger vers le bas ou le côté. L'isolation aide à prévenir ce mouvement vers le bas et force la chaleur vers l'espace climatisé.

### Température différentielle

Le logiciel de conception d'Uponor calcule automatiquement la température exacte au sol et le différentiel basé sur la configuration ou l'option indiquant la présence ou non d'une nappe phréatique à 1,8 m (6 pi) de la dalle. Toujours isoler la dalle lorsque des conditions de basse température existent sous la dalle chauffante.

### Nappe phréatique élevée

Une nappe phréatique abaisse la température du sol. Une température du sol plus basse augmente la perte vers le bas et force l'utilisation d'une température d'eau d'alimentation plus élevée pour compenser cette perte. Dans ces conditions, la conception et l'installation d'isolation sous la dalle permettent de grandement minimiser la perte vers le bas.



En présence d'une nappe phréatique élevée, cochez la case indiquant sa présence (*Water Table Present*) dans le logiciel ADS. Le programme ajustera la température de l'eau à 4 °C (40 °F). Cette valeur ne peut pas être modifiée si une nappe phréatique est présente.

## Zones de la dalle

Il existe trois zones distinctes sur une dalle, avec chacune son potentiel de perte de chaleur.

- La zone sous la dalle est la partie intérieure de la dalle, y compris l'ensemble de la dalle sauf les premiers 1,2 m (4 pi) autour du périmètre exposé.
- La zone du périmètre est les premiers 1,2 m (4 pi) autour du périmètre exposé de la dalle.
- La zone du rebord est la surface exposée de la dalle rayonnante, égale à l'épaisseur de la dalle multipliée par la longueur du périmètre exposé.

La perte vers le bas augmente avec le ratio de surface du périmètre par rapport à la surface totale de la dalle. En conséquent, le périmètre est particulièrement important pour la perte vers le bas dans les applications résidentielles et autres situations similaires. Un périmètre sans isolation

laissera trop de BTU/h s'échapper de la dalle de béton en raison du différentiel de température entre le périmètre et le sol, affectant du même coup la performance et la perte de chaleur du système.

**Isolation de la dalle** — Les valeurs des trois zones de la dalle sont définies ainsi.

- La valeur R sous la dalle est la quantité d'isolation sous la zone intérieure de la dalle, en excluant la zone de périmètre.
- La valeur R du périmètre est la quantité d'isolation placée soit horizontalement ou verticalement pour les premiers 1,2 m (4 pi) autour du périmètre de la dalle.
- La valeur R du rebord est la quantité d'isolation recouvrant directement l'épaisseur de la dalle autour du périmètre exposé (moins de 1,2 m (4 pi) sous le niveau du sol)

Uponor recommande une isolation complète sous la dalle pour toutes les applications résidentielles.

## Planchers suspendus

La perte vers le bas existe également avec les planchers suspendus. Un plancher suspendu est un plancher qui ne repose pas directement sur la surface de la terre. Les planchers suspendus peuvent être faits à partir de n'importe quel matériau et peuvent être placés sur des espace chauffés ou non.

La perte vers le bas se produit dans les endroits avec un espace chauffé en dessous. Si la zone chauffée utilise la même source de chaleur que la pièce au-dessus, la perte n'augmente pas la charge thermique totale du système car la perte n'échappe pas à la structure. Si la perte vers le bas vers l'espace chauffé en dessous dépasse la charge vers le haut ou  $10 \text{ BTU/h/pi}^2$ , isolez le plancher suspendu. Sans isolation, la température de la pièce en dessous est impossible à contrôler.

Une perte vers le bas importante risque de se produire avec l'utilisation de couvre-planchers à valeur R élevée. Le plancher suspendu doit être isolé si l'espace en dessous n'est pas chauffé (p. ex., vide sanitaire). Les espaces non chauffés ont le plus grand potentiel de perte de chaleur. Ces endroits devraient toujours être isolés.

## Sommaire

Le calcul de la perte de chaleur est l'étape la plus importante de la conception d'un système rayonnant. Peu importe le système de chauffage, il est recommandé d'isoler la zone sous le plancher afin de minimiser la perte vers le bas.

C'est particulièrement vrai dans le cas d'installations à base de dalles de béton. Une fois le béton coulé, il est trop tard pour ajouter de l'isolation. En outre, une dalle isolé performera mieux si un plancher fini avec une valeur R élevée est ajouté ultérieurement.

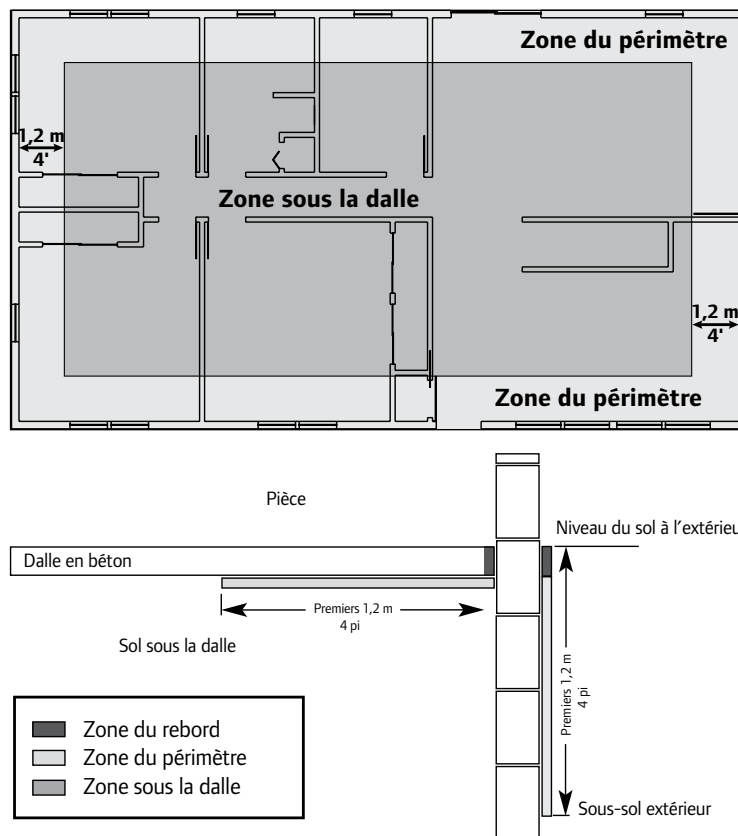


Figure 7-1 : Zones de la dalle

## Calcul manuel de la perte de chaleur

### Comprendre les variables

- **Température différentielle établie (TDE):** Cette valeur équivaut à la différence entre la température extérieure de conception et la température intérieure de conception. Par exemple, si la température est de 18 °C (65 °F) pour l'intérieur et 4 °C (40 °F) pour l'extérieur – la TDE sera de 14 °C (25 °F).
- **Infiltration:** L'infiltration représente l'échange d'air chaud de l'intérieur d'un bâtiment avec l'air froid à l'extérieur. L'infiltration est généralement assez basse dans un système rayonnant. La valeur de l'infiltration utilisée pour calculer la perte de chaleur varie selon les codes locaux et le climat. Pour le Minnesota, 0,33 changement d'air à l'heure (CAH) est adéquat; 0,33 CAH équivaut à un facteur d'infiltration de 0,006.

• **Zone de calcul :** Cette valeur représente la zone à analyser. Cet exemple utilisera la pièce à la **figure 7-2.**

• **Construction de la pièce test :** Il est important de comprendre les différentes méthodes de construction utilisées dans l'analyse, ainsi que les propriétés thermiques des composants principaux comme les fenêtres, murs extérieurs, murs intérieurs, planchers et plafonds.

Cet exemple de perte de chaleur tient compte des murs extérieurs, des plafonds et des fenêtres :

- Cinq fenêtres extérieures : 0,9 m x 1,5 m (3' x 5') chacune; valeur R = 0,91
- Murs extérieurs; isolation R-19
- Plafond 2,4 m (8 po); isolation R-30

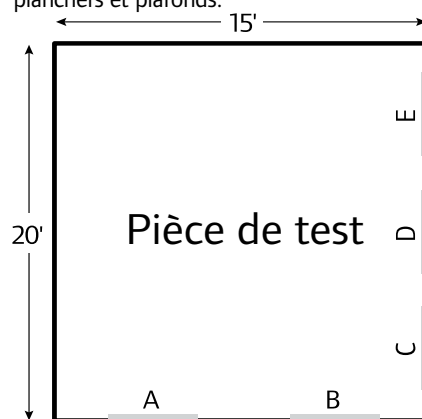


Figure 7-2 : Pièce de test

### Faire le calcul

Perte de chaleur	Formule
<b>Perte d'infiltration</b> = 360 BTU/h =	Volume de la pièce x TDE x Facteur d'infiltration $20 \times 15 \times 8 \times 25 \times 0,0006$
<b>Perte par le plafond</b> = 247,5 BTU/h =	Surface du plafond x TDE x coefficient K du plafond $20 \times 15 \times 25 \times 0,033$ • Coefficient K du plafond = 1/valeur R • Coefficient K du plafond = 1/30 = 0,033
<b>Perte par mur exposé</b> = 256,25 BTU/h =	(Surface du mur exposée – surface de fenêtre) x DTD x Coefficient K du mur $(280 - 75) \times 25 \times 0,05$ • Coefficient K du mur exposé = 1/valeur R • Coefficient K du mur exposé = 1/19 = 0,05
<b>Perte par fenêtres</b> = 2 062,5 BTU/h =	Surface de fenêtre x TDE x Coefficient K de la fenêtre $75 \times 25 \times 1,1$ • Coefficient K du mur exposé = 1/valeur R • Coefficient K du mur exposé = 1/19 = 0,05
<b>Perte de chaleur totale</b> = 2 926,25 BTU/h =	Perte d'infiltration + Perte par le plafond + Perte par le mur exposé + Perte par les fenêtres $360 + 247,5 + 256,25 + 2 062,5$
<b>Perte de chaleur par pi²</b> = 9,75 BTU/h/pi² =	Perte de chaleur totale/Surface totale du plancher $2 926,25/300$

Table 7-1 : Formules de perte de chaleur



## Calculs du logiciel pour la conception

En plus des calculs de perte de chaleur, ADS assiste le concepteur du système dans la conception des panneaux rayonnants, des spécifications du système et du choix des matériaux. Cet outil de conception puissant offre à l'entrepreneur une panoplie d'outils d'affaires pour une variété de fonctions de gestion.

L'aspect calcul d'ADS permet à l'utilisateur d'entrer le type de tuyau utilisé, le différentiel de température de conception et les spécifications de la construction du plancher. ADS analyse l'information et calcule la température d'eau d'alimentation et la distance au centre de la tuyauterie pour chaque pièce. Le programme permet à l'utilisateur d'ajuster le plan de conception (p. ex., distance centre à centre, zone non chauffée, etc.) pour chaque pièce. L'utilisateur assigne chaque pièce ou zone à un collecteur. Le programme calcule ensuite les longueurs des boucles, le débit et la perte de pression.

### Fonctions d'ADS

La suite logicielle d'Uponor offre plusieurs fonctions :

- Calcul précis de la perte de chaleur par pièce.

- Calcul des spécifications de performance du système.
- Calcul des pertes de débit et de pression pour déterminer la dimension du circulateur.
- Détermination des spécifications mécaniques.
- Génération d'une liste de matériel Uponor.
- Création d'une base de clients.
- Rappels de suivi des travaux.
- Création de rapports de gestion pour travaux obtenus, perdus et en attente.
- Génération de devis pour présenter aux clients.

## Fonctions et avantages

**Démarrage rapide** – Le module pour plancher rayonnant offre un éventail de styles de maison et de modèles de pièces pour entamer la conception.

**Mises à jour** – Uponor améliore régulièrement le logiciel ADS. Les utilisateurs peuvent facilement télécharger les mises à jour en cliquant sur le menu d'aide (Help).

**Navigation facile** – Conçue pour avoir l'apparence d'une page Web, la plateforme 32 bits permet une navigation rapide et simplifiée.

## Visualisateur de diagrammes et spécifications de tuyauterie et de câblage

– Le logiciel comprend les spécifications systèmes ManuSPEC® et Spec Data, ainsi que les schémas de tuyauterie et de branchement.

**Interface visuelle** – L'interface visuelle indique immédiatement si les seuils et limites de conception sont atteints.

**Flexibilité glisser-déposer** – Ajoutez ou supprimez des zones, déplacer des collecteurs entre différentes températures d'eau et déplacer des boucles facilement avec la fonction glisser-déposer.

**Fonctions avancées** – Il est possible de permettre au programme de déterminer le nombre adéquat de températures d'eau pour le système ou à l'utilisateur d'indiquer le nombre maximum pour la conception. Ces options permettent également à l'utilisateur d'indiquer une température d'eau maximale fondée sur la source de chaleur.

**Commande de sélection automatique** – Personnalisez facilement vos projets avec la commande multifonction Climate Control<sup>MC</sup> et le système de commande de zones Climate Control.

**Module de fonte de neige et de glace** – Ce module permet aux utilisateurs de facilement concevoir un système de fonte de neige et de glace, soit comme système indépendant ou comme partie d'un système de chauffage rayonnant. Ce module comprend également des paramètres étendus de conception.

**Tuyaux d'alimentation et retour** – Les utilisateurs peuvent choisir le type de matériau raccordé aux collecteurs et spécifier la distance et le type de raccord dans les étapes de conception. ADS tient compte des matériaux et rapporte la baisse de pression qui résulte de leur utilisation, afin de déterminer la grandeur de pompe requise.

**Module de refroidissement** – Ce module permet à l'utilisateur de calculer la charge de refroidissement. Aucun autre logiciel à installer.

**Données ASHRAE** – Une liste déroulante offre des données de conception climatiques complète pour les zones des États-Unis et du Canada. En outre, les utilisateurs peuvent ajouter des informations climatiques pour des zones non prises en compte par les données d'ASHRAE.

**Calculateur de perte de pression** – Cette fonction élimine la nécessité de consulter des tableaux et autres graphiques pour trouver la perte de pression. Sélectionnez simplement la grandeur de tuyau, le débit, la distance, etc., et le programme génère la perte subie. PEX, Uponor MLC (anciennement MultiCor®) et cuivre sont les options disponibles dans la section alimentation et retour de la conception pour calculer avec précision la perte de pression.

**Catalogue de pièces** – Le logiciel comprend des détails sur divers composants de chauffage et de plomberie.

**Assistant d'aménagement des boucles** – L'assistant de disposition des boucles relie automatiquement les boucles vers un serpentin précis pour

minimiser la quantité de gaspillage ou de déchets du projet.

**Ajustement des boucles** – ADS permet un ajustement simple des longueurs de boucle finales.

**Modèles de bâtiments** – L'assistant de conception de chauffage permet aux utilisateurs de créer de nouveaux modèles de bâtiments ou d'en modifier des existants. Les utilisateurs peuvent ajouter, renommer ou supprimer des pièces.

**Plafond rayonnant** – Les utilisateurs peuvent naviguer entre des conceptions économiques ou normales pour des applications de chauffage par plafond ou chauffage d'appoint. Le mode économique calcule la couverture minimale requise.

**Mur rayonnant** – L'utilisateur peut utiliser la surface du mur pour compenser la perte de chaleur de l'espace. L'option mur calcule la couverture minimale requise.

**Chauffage d'appoint** – La part des composants de chauffage d'appoint dans la perte de chaleur est affichée dans l'arbre de perte de chaleur, ce qui facilite leur surveillance.

**Changements globaux** – Les utilisateurs peuvent appliquer les changements dans la construction, les valeurs d'isolation, les couvre-planchers, etc., sur la base d'un plan d'étage plutôt que pièce par pièce.

**Valeurs  $C_v$**  – Les baisses de pression associées à l'action flottante à trois voies et aux vannes thermostatiques sont automatiquement calculées et rapportées.

**Emplacement des collecteurs** – Les changements faits à la disposition collecteurs sont sauvegardés. ADS ne relocalise pas les collecteurs et les boucles associées (comme dans les versions précédentes) lorsque d'autres données sont modifiées.

### **Configuration des collecteurs**

– Les collecteurs sont configurés avec 10 boucles par défaut. Les utilisateurs peuvent ajouter des boucles jusqu'au débit maximum des collecteurs.

**Exportation** – Les listes de matériaux peuvent être exportées en format Microsoft® Excel®. Les fichiers de projet sont sauvegardés dans un fichier ou un dossier (plutôt qu'une base de données) afin de faciliter la portabilité des données.

**Préférences de fixation** – Les utilisateurs peuvent modifier le nombre de fixations calculé automatiquement par ADS pour mieux refléter les préférences de l'installateur.

### **Préférences d'outils et pièces**

– Les utilisateurs peuvent spécifier les outils et les pièces qu'ils veulent inclure dans chaque projet.

**Valeurs de quantité** – Lorsque des pièces sont ajoutées manuellement à une liste de matériaux, une boîte de dialogue s'affiche pour demander la quantité à l'utilisateur.

**Manuel d'aide** – Un manuel d'aide détaillé est disponible comprenant des sections, un index et des graphiques. Il peut être téléchargé sur le site Web [uponorpro.com](http://uponorpro.com).



