

## Chapitre 2

# Les avantages du chauffage rayonnant

### Histoire du chauffage rayonnant

Rien n'égale le chauffage rayonnant pour plancher. Depuis quelques années, le chauffage rayonnant est le secteur de l'industrie en plus forte croissance, fort de ses nombreux avantages sur les systèmes traditionnels.

Si certains voient le chauffage rayonnant pour plancher comme une nouvelle technologie, elle remonte en fait à plusieurs milliers d'années. Les recherches archéologiques estiment à 5000 av. J.-C. les premiers systèmes rayonnants trouvés en Chine et en Corée. Des planchers et murs chauffants sont observés dans les cultures grecques et romaines vers 500 av. J.-C. Des systèmes hydroniques sophistiqués de tuyaux en polyéthylène réticulé (PEX) ont depuis remplacé les systèmes rudimentaires à base de bois et de charbon, mais le résultat reste le même : un chauffage confortable et économique pour les maisons et les bâtiments.

### Le chauffage rayonnant et le PEX aujourd'hui

Comptant plus de 35 années de service — c'est plus que tout autre fabricant de PEX en Amérique du Nord — Uponor est le chef de file en fabrication de tuyaux PEX pour systèmes de chauffage rayonnant, de plomberie et de sécurité-incendie. Uponor compte plus de 2 milliards de pieds de tuyaux PEX en service en Amérique du Nord, chiffre qui atteint 12 milliards sur l'ensemble du globe.

Les études le démontrent : les gens passent de plus en plus de temps à domicile. Le confort devient une priorité pour de nombreuses familles et les propriétaires sont davantage

soucieux des caractéristiques de leur système de chauffage. En offrant confort accru et efficacité inégalée, le chauffage rayonnant s'impose comme l'alternative privilégiée au chauffage à air forcé.

Les systèmes rayonnants pour plancher augmentent également le confort et l'efficacité des immeubles de bureaux, ainsi que des boutiques, écoles, hangars, serres et autres. Conscient des avantages, un nombre croissant d'architectes et de propriétaires choisissent d'offrir à leurs clients des immeubles confortables, propres et écoénergétiques.

### Les avantages du chauffage rayonnant pour plancher

Le chauffage rayonnant présente de nombreux avantages sur les autres systèmes — en particulier le chauffage par air forcé.

**Confort** — Le chauffage rayonnant pour plancher réchauffe les gens, les meubles et les objets présents dans une pièce.

Puisque les objets et les surfaces sont chauffés, les occupants ne perdent pas leur chaleur au profit des objets les entourant. Le système de chauffage rayonnant d'Uponor transforme les planchers en radiateurs qui peuvent être aménagés pour produire une chaleur confortable et uniforme à travers la maison — même dans les pièces difficiles à chauffer comme les salles de bains, les entrées et les garages. Les planchers rayonnants sont parfaits pour les maisons et les pièces dotées de plafonds voûtés et de grandes fenêtres. Le système de confort concentre la chaleur près du plancher — là où se trouvent les gens.

**Efficacité** — Le chauffage rayonnant pour plancher distribue la chaleur de façon extrêmement efficace. Le plancher chauffant est un système à basse température pouvant être contrôlé avec précision dans chaque pièce. Puisque le plancher chauffant réchauffe directement les gens et les objets (plutôt que l'air), le confort est atteint à une température plus basse au thermostat. Les systèmes de chauffage rayonnant pour plancher peuvent engendrer des économies d'énergie de plus de 30 % par rapport aux systèmes à air forcé.



Les bâtiments comportant des plafonds élevés, de grandes fenêtres, une forte infiltration ou une combinaison de ces facteurs et d'autres facteurs verront les plus grandes économies. Les économies d'énergie varient selon l'utilisation du bâtiment, son occupation, sa conception et sa construction.

**Propre et sain** — Puisque le chauffage rayonnant pour plancher ne dépend pas de la circulation de l'air (comme les systèmes à air forcé ou à plinthes et convecteurs), les particules de poussières ne se répandent pas à travers la maison. En outre, le chauffage rayonnant réduit considérablement la circulation d'autres particules aéroportées comme le pollen.

**Silencieux** — Le chauffage rayonnant pour plancher fonctionne presque sans bruit. Finis les bourdonnements et les claquements des ventilateurs, conduits et tuyaux.

**Liberté totale dans l'aménagement** — Le système de chauffage est installé à même le sol, ce qui permet une plus grande liberté en matière d'aménagement décoratif — nul besoin de s'inquiéter des conduits d'aération ou des radiateurs.

**Plus d'espace disponible** — En éliminant les radiateurs et les plinthes encombrantes, les maisons dotées de planchers rayonnants profitent d'une plus grande surface de plancher disponible.

**Apparence agréable** — Puisque le système de chauffage est pratiquement invisible, le chauffage rayonnant s'intègre à l'allure de la pièce. Aucune grille de plancher ni radiateur encombrant à endurer ou constamment nettoyer.

**Simple d'entretien** — Les systèmes de chauffage rayonnant pour plancher comprennent peu de pièces mobiles. Pas de ventilateur, de courroie ou de soufflante à remplacer et aucun conduit à nettoyer.

**Augmente la valeur de la propriété** — Dans plusieurs régions, les maisons équipées de chauffage rayonnant voient leur valeur bonifiée par rapport aux maisons dotées d'autres systèmes. La plupart du temps, les maisons avec système de chauffage rayonnant attirent davantage les acheteurs.

**Parfait pour les dalles de béton** — Le chauffage rayonnant pour plancher est la seule solution pour les dalles de sous-sol. Transformer une dalle froide en un plancher chaud et réconfortant peut convertir ces pièces traditionnellement difficiles à chauffer en des espaces confortables et agréables. La valeur de la propriété peut également s'en trouver augmentée.

**Planchers propres, secs et sécuritaires** — Puisque la surface du plancher est chaude, elle est facile à nettoyer et sèche rapidement. Un plancher à séchage rapide, en particulier dans les salles de bains, permet de prévenir les chutes dues aux planchers mouillés.

**Source d'énergie au choix** — Les planchers rayonnants hydroniques d'Uponor sont compatibles avec toutes les sources d'énergie, y compris le gaz, le mazout, l'énergie électrique, la géothermie, l'énergie solaire et le bois. Il suffit d'avoir accès à l'eau chaude.

Cette liste n'est pas exclusive. Il y a une foule d'avantages qui font du chauffage rayonnant pour plancher le meilleur choix pour chauffer une structure.



## Pourquoi les planchers rayonnants sont-ils si confortables?

Lorsqu'on évalue le confort personnel, il faut commencer par se poser la question : « Qu'est-ce que le confort et quels sont les éléments pouvant améliorer le confort d'une personne? ». C'est plus qu'une simple sensation de chaleur ou d'absence de froid. La plupart des gens voient le confort comme un problème de chaleur ressentie par le corps. Mais le confort est plutôt lié au contrôle de la vitesse à laquelle un corps perd sa chaleur.

Considérons le corps comme une source de chaleur. La science sait depuis des années qu'un corps humain génère plus de chaleur qu'il en a besoin. Pour être confortable, un corps doit perdre cette chaleur excessive. Une personne normale, à un degré d'activité normal ou léger, perd sa chaleur à un rythme d'environ 400 BTU/h. Cette énergie thermique se perd de trois façons précises. Premièrement, le corps perd sa chaleur par la convection, c.-à-d. par les courants d'air qui passent sur sa surface. Deuxièmement, il perd sa chaleur par l'évaporation, c.-à-d. la respiration et la transpiration. Troisièmement, le corps perd sa chaleur par le rayonnement, c'est-à-dire la transmission d'énergie d'une surface chaude à une autre plus froide. Une personne se sentira confortable si le corps perd son 400 BTU/h dans une certaine proportion : environ 50 % par le rayonnement, 30 % par la convection et 20 % par l'évaporation.

Il existe une idée fautive très répandue, même parmi les professionnels du chauffage, disant que la chaleur monte. En réalité, c'est l'air chaud qui monte et l'air froid qui descend, en raison de leur densité. La chaleur est attirée par le froid. L'énergie voyage toujours d'une surface chaude à une surface plus

froide. Pensez à l'eau que vous faites bouillir sur le poêle. Un chaudron relativement froid est rempli d'eau et placé sur un élément chaud. L'élément transmet sa chaleur au chaudron qui, à son tour, transmet sa chaleur vers l'eau. C'est pourquoi on ne se sent pas confortable debout sur un plancher ou près d'un mur froid, même si le thermostat indique une température entre 21 °C (70 °F) et 22 °C (72 °F). C'est que le corps, plus chaud, transmet sa chaleur au plancher et au mur plus rapidement que sa capacité à la remplacer.

La solution courante est de simplement programmer le thermostat pour augmenter la température de l'air. Cette solution compensera légèrement la perte par rayonnement, mais peut exacerber les autres sources d'inconfort. Par exemple, une température de l'air plus élevée peut engendrer une atmosphère étouffante et sèche, deux facteurs qui nuisent au confort. De plus, puisque l'air chaud monte, la température de l'air près du plafond est considérablement plus élevée que celle autour du thermostat. Par conséquent, la température est plus chaude au niveau de la tête et plus froide aux pieds, ce qui nuit également au confort personnel.

Le chauffage rayonnant pour plancher assure le confort personnel en limitant la perte de chaleur du corps par rayonnement. Lorsqu'un corps est entouré de surfaces qui ont à peu près la même température que sa propre surface, la perte de chaleur naturelle par rayonnement est contrôlée.

Un autre moyen de contribuer au contrôle de la perte de chaleur naturelle est de réduire ou éliminer le mouvement d'air non désiré. Le chauffage rayonnant pour plancher élimine le mouvement d'air non désiré, car il n'utilise pas de ventilateur pour faire circuler la chaleur. Le seul mouvement d'air dans une pièce chauffée par rayonnement est naturel.

En alliant ces deux facteurs — températures similaires du corps et des

surfaces et élimination du mouvement d'air non désiré —, un système de chauffage rayonnant arrive à contrôler environ 80 % de la perte de chaleur naturelle du corps humain.

Dans plusieurs types de pièces courantes dans la construction moderne, ce phénomène peut s'avérer spectaculaire. Par exemple, dans les pièces munies d'un plafond cathédrale, de nombreuses vitres, de plancher de bois franc, de tuiles ou de vinyle, ou tout ce qui est bâti sur une dalle de béton, le chauffage rayonnant pour plancher est l'unique solution pour obtenir un confort uniforme, constant, efficace et performant.

Le chauffage rayonnant pour plancher permet également un confort accru à des températures de thermostat moins élevées par rapport aux plinthes chauffantes et à l'air forcé. L'expérience montre qu'un confort optimal peut être atteint à des températures entre 18 °C (65 °F) et 20 °C (68 °F). Voir la courbe du chauffage idéal, illustrée à la

Figure 2-1.

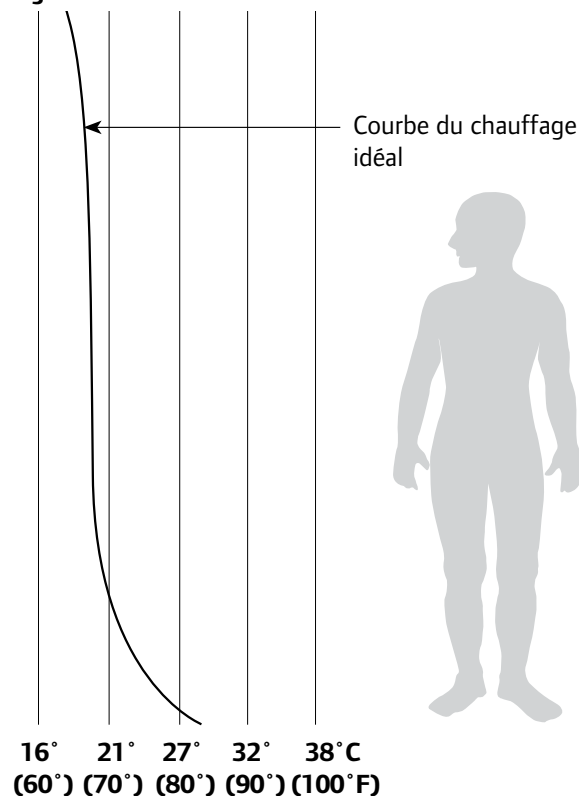


Figure 2-1 : Courbe du chauffage idéal

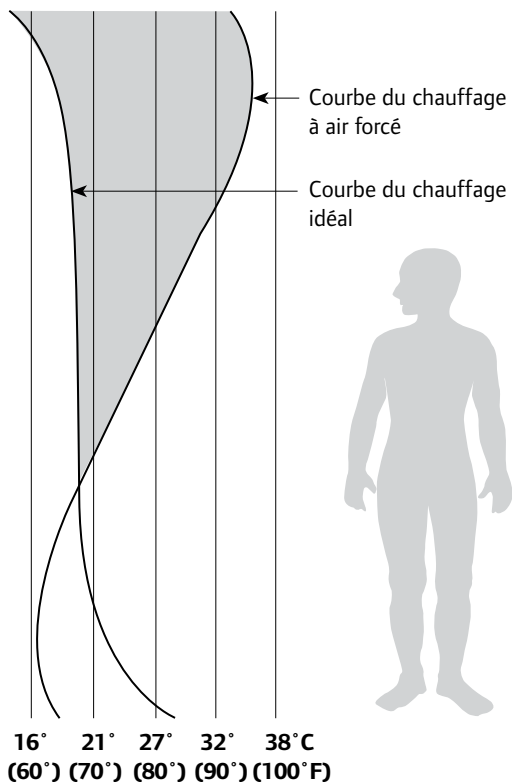


Figure 2-2 : Comparaison des courbes du chauffage idéal et à air forcé

Pensez au corps comme un système de chauffage hydronique équipé d'un système de répartition par zones. La priorité est la région centrale du torse et ses organes vitaux. La deuxième priorité est la tête et la troisième, les extrémités. Lorsque placé dans un environnement froid, le corps commence par s'occuper de la région centrale du torse et de la tête, en limitant le flux sanguin dirigé vers les mains et les pieds. C'est pourquoi c'est aux extrémités que les gens ressentent d'abord le froid. La tête, par contre, regorge de vaisseaux sanguins qui lui procurent amplement de chaleur. Par conséquent, la température de l'air nécessaire pour garder la tête au chaud n'est pas très élevée. La science et l'expérience montrent que les gens sont plus confortables et alertes lorsque leur tête est entourée d'air à une température entre 18 °C (65 °F) et 20 °C (68 °F).

Sur la **Figure 2-2**, on remarque à quel point la courbe de chaleur d'un système de chauffage à air forcé s'éloigne de la courbe idéale. Puisque l'air chaud monte, la température de l'air à hauteur de la tête est plus élevée qu'elle devrait l'être idéalement, devenant plus chaude à mesure qu'on approche du plafond. Les systèmes à air chaud ne distribuent pas la chaleur aux extrémités, où le corps en a le plus besoin. Afin de compenser cette lacune, l'air doit être chauffé à un degré trop élevé et devient inconfortable pour le haut du corps. On a donc le choix entre avoir froid aux pieds ou chaud à la tête.

La température au sol n'atteint jamais le degré désiré et la température au plafond est trop élevée. À cela s'ajoute la convection (mouvement d'air) artificielle qui peut modifier l'équilibre délicat de perte de chaleur du corps humain. Notez également l'espace entre la courbe avec air forcé et la courbe idéale, qui représente l'énergie gaspillée et, donc, des factures plus élevées.

**Plinthes à convection** — Les systèmes de plinthes chauffantes à eau chaude ou électriques produisent la majeure partie de leur chaleur par convection, même si une fraction est aussi transmise par rayonnement. Les plinthes ne disposent que d'une petite surface et fonctionnent à haute température. L'air passe sur l'élément chauffant de la plinthe et crée un courant convectif d'air chaud.

Puisque les plinthes sont habituellement placées contre un mur extérieur, l'air chaud circule sur le mur extérieur et se dirige vers le plafond. Ce mouvement d'air est le résultat de la convection naturelle, par rapport à la convection artificielle de l'air forcé. Le mouvement d'air d'un système de plinthes chauffantes est moins dommageable que celui d'un système à air forcé. Malgré tout, ce mouvement d'air tend à créer des bassins de chaleur inégaux et peut affecter le niveau idéal de perte de chaleur par convection du corps.

L'objectif de la courbe du chauffage idéal est d'atteindre, au plancher, une température juste sous la température de la peau. Du plancher au plafond, la température de l'air diminue pour atteindre environ 18 °C (65 °F) à hauteur de tête et au-dessus. Près du plafond, la température de l'air diminue légèrement.

**Air forcé** — Le système à air forcé typique chauffe l'air à la température requise pour compenser la perte de chaleur de la structure. L'air chaud est ensuite introduit dans la pièce par des soufflantes reliées par des conduits. La perte de chaleur subie par la structure détermine la température et la vitesse de l'air que les occupants devront endurer.

Si la perte de chaleur est grande, la température de l'air doit être très élevée afin de maintenir la température au point de consigne (habituellement, entre 21 °C [70 °F] et 22 °C [72 °F]). Si la perte de chaleur est moindre, la température sera maintenue par des cycles courts de chaleur intense ou des cycles longs de chaleur moindre. Dans les deux cas, on peut se sentir inconfortable.

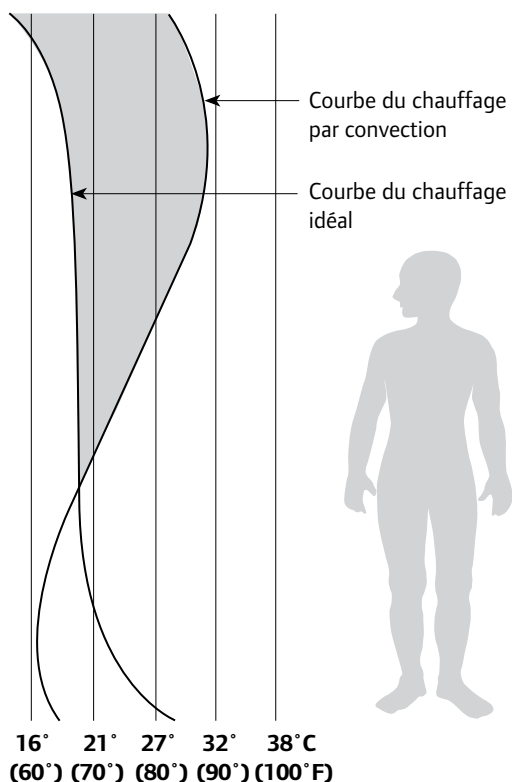


Figure 2-3 : Comparaison des courbes du chauffage idéal et à air forcé

Plus proche de la courbe idéale que l'air forcé, le chauffage par plinthe chauffante n'est toutefois pas en mesure de distribuer la chaleur là où le corps en a besoin. Comme avec l'air forcé, la température au sol est trop froide et la température à hauteur de la tête et au plafond est trop élevée. Notez l'espace séparant la courbe avec plinthes à convection et celle du chauffage idéal sur la **Figure 2-3**, qui représente l'énergie gaspillée.

**Radiateurs** — Les radiateurs en fonte ou en aluminium décoratif ont une masse plus élevée que les systèmes de plinthes chauffantes ou à air forcé, ce qui engendre une part plus élevée de chaleur rayonnante. Par conséquent, les radiateurs sont beaucoup plus confortables que les systèmes de chauffage par plinthe ou à air forcé. Par contre, la majorité de la chaleur dégagée par les radiateurs est convective, car la surface est relativement petite. Les radiateurs exigent également des températures d'eau plus élevées. Comme pour les plinthes chauffantes, l'air passe sur et à travers le radiateur, ce qui engendre des courants convectifs d'air chaud. Les radiateurs ont tendance à créer des bassins de chaleur inégaux, avec des courants d'air chaud qui affectent le niveau idéal de perte de chaleur par convection du corps.

La courbe de chaleur avec chauffage par radiateur est plus proche de la courbe idéale par rapport à celles de l'air forcé et des plinthes chauffantes. Par contre, à l'instar de ces systèmes, les radiateurs ne peuvent offrir la chaleur appropriée au niveau du sol. Sur la **Figure 2-4**, comme avec les autres systèmes non rayonnants, l'espace entre les deux courbes représente l'énergie gaspillée.

**Plancher rayonnant** — Le chauffage rayonnant pour plancher est le seul système de chauffage qui s'approche de la courbe idéale. La surface du plancher en entier devient en quelque sorte un radiateur à basse température. Puisqu'une personne occupant une pièce sera

toujours en contact avec le plancher, ou un autre objet en contact avec le plancher (p. ex., un meuble), elle sera toujours réchauffée directement par le plancher, plutôt que de perdre sa chaleur sur une surface froide. De plus, le plancher fonctionne comme un radiateur chauffant les surfaces dans la pièce, ce qui permet de garder l'équilibre pour près de 80 % des pertes de chaleur d'une personne.

Le chauffage rayonnant pour plancher peut être conçu pour des températures d'eau plus basses que celles utilisées dans les systèmes par plinthe ou radiateur. Les températures au plancher sont habituellement conçues pour rester à 31 °C (87,5 °F) ou moins pour tous les types de planchers finis sauf pour le bois franc, qui ne doit pas dépasser 27 °C (80 °F). Voir le **Chapitre 16** pour plus d'informations sur les planchers de bois franc.

Illustrée à la **Figure 2-5**, la courbe avec chauffage rayonnant pour plancher suit la courbe idéale de très près. La chaleur au niveau du sol est amplement suffisante, elle environne 18 °C (65 °F) à hauteur de la tête et diminue en montant. Il y a très peu de divergence entre les deux courbes, ce qui démontre clairement la supériorité du plancher rayonnant en matière d'efficacité.

Puisqu'un plancher rayonnant ne doit pas dépasser une certaine température de surface (31 °C [87,5 °F]), il ne peut dépasser une certaine puissance (BTU/h/pi<sup>2</sup>). Le coefficient de transmission thermique pour un plancher rayonnant est de 2 BTU/h/pi<sup>2</sup>/°F. Par conséquent, lorsque le point de consigne d'une pièce se situe à 18 °C (65 °F), le plancher rayonnant ne peut produire plus de 45 BTU/h/pi<sup>2</sup>, la température de surface étant le facteur limitant. Les exigences qui dépassent 45 BTU/h/pi<sup>2</sup> peuvent être comblées avec le deuxième meilleur type de chauffage disponible — le plafond rayonnant (dont on traitera plus tard dans ce chapitre).

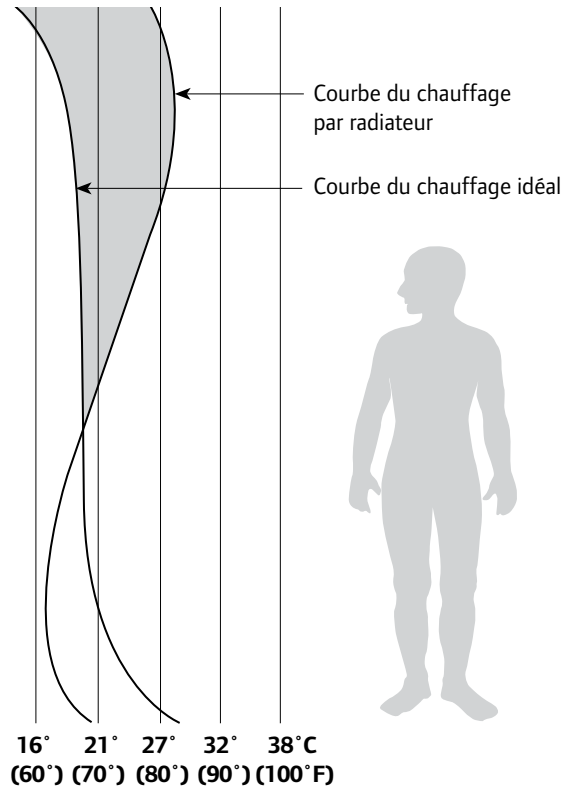


Figure 2-4 : Comparaison des courbes du chauffage idéal et avec radiateur

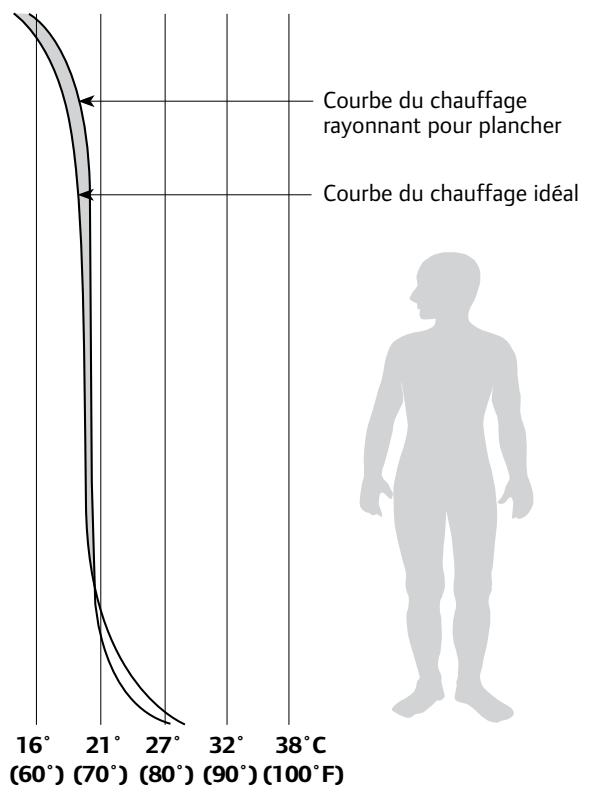


Figure 2-5 : Comparaison des courbes du chauffage idéal et avec plancher rayonnant

**À propos de l'efficacité** — La véritable efficacité saisonnière d'un système de chauffage est souvent mal interprétée. L'efficacité véritable dépend de plusieurs facteurs, y compris l'efficacité réelle et nominale de l'appareil de chauffage et la capacité du système de distribution à bien utiliser la chaleur produite. Par exemple, un appareil ultra efficace connecté à un système de distribution déficient ne produit pas un système efficace.

Le chauffage rayonnant fait une utilisation optimale de l'énergie produite par la source de chauffage et offre un confort avec lequel les autres systèmes ne peuvent rivaliser. Le rendement d'efficacité des chaudières et autres chauffe-eaux, ainsi que celui des fournaies à air forcé reflète une estimation en laboratoire de l'efficacité avec laquelle l'appareil transforme son carburant en énergie, par rapport à d'autres appareils semblables. Ces notes ne reflètent pas la véritable efficacité saisonnière du système dans son ensemble.

## Le chauffage pour plafond rayonnant d'Uponor

Le plafond rayonnant agit comme source complémentaire de chaleur. Consultez la **Figure 2-6** pour voir la courbe du chauffage pour plafond rayonnant. À l'instar du plancher rayonnant, le plafond rayonnant utilise les trois types de transmission de la chaleur : la conduction, le rayonnement et la convection.

**Transmission de la chaleur par rayonnement** — Les panneaux du plafond rayonnant réchauffent les meubles, planchers et occupants d'une pièce de la même manière que le soleil réchauffe la terre. L'espace entre le soleil et la terre est froid, mais les surfaces qui reçoivent le rayonnement sont chaudes.

**Transmission de la chaleur par conduction** — Le rayonnement réchauffe les surfaces, meubles et planchers d'une pièce. Ces surfaces produisent ensuite une seconde transmission, par conduction (contact direct) et par rayonnement. Lorsque des gens circulent dans la pièce ou touchent une table chauffée par le rayonnement de la chaleur, une certaine quantité de chaleur leur est transmise. C'est le phénomène de la conduction. Il faut noter que la conduction provoquée par le plafond rayonnant est moindre qu'avec le plancher rayonnant.

**Transmission de la chaleur par convection** — Les plafonds rayonnants chauffent les objets dans une pièce. La chaleur du plafond et des objets chauffe ensuite l'air, provoquant des courants d'air naturels. Ces courants convectifs (air chaud) entrent en contact avec d'autres objets et retransmettent la chaleur. La transmission par convection devient plus prononcée lorsque les températures de surface dépassent le point de consigne de plus de 4°C (7°F).

Le coefficient de transmission thermique de la chaleur produite par un plafond rayonnant tient compte

de la transmission due à la convection et au rayonnement. Le coefficient d'un plafond rayonnant est d'environ 1,1 BTU/h/pi<sup>2</sup>/°F de différence entre la température de surface du plafond rayonnant et le point de consigne de la pièce (pour un plancher rayonnant, ce coefficient est de 2,0). Par exemple, un point de consigne établi à 21°C (70°F) avec une température au plafond de 38°C (100°F) produirait un maximum de 33 BTU/h/pi<sup>2</sup>/°F.

## Les avantages du chauffage pour plafond rayonnant d'Uponor

Le chauffage pour plafond rayonnant, comme le plancher rayonnant, offre de nombreux avantages.

**Réagit rapidement** — Le chauffage pour plafond rayonnant réagit rapidement, car c'est un système à faible masse, utilisant des plaques de plâtre offrant une bonne conduction.

**Efficace** — Le chauffage pour plafond rayonnant est efficace, car il supporte des températures de surface allant jusqu'à 38°C (100°F) pour des plafonds normaux de 2,4 m (8 pi) et 43°C (110°F) pour des plafonds entre 2,4 m (8 pi) et 3,7 m (12 pi). Un plafond rayonnant produit 33 BTU/h/pi<sup>2</sup>/°F à un point de consigne de 21°C (70°F).

**Adaptable** — Les systèmes pour plafond rayonnant s'adaptent facilement aux installations existantes. Les plafonds rayonnants sont d'ordinaire abaissés de moins de 4 cm (1,5 po).

**Accessible** — Les panneaux de plafond rayonnant ont un accès direct à l'espace chauffé. Ils ne sont pas influencés par des changements de couvre-plancher ou d'habitudes de vie.

**Économique** — Comme source de chaleur d'appoint, le plafond rayonnant permet de concentrer davantage de chaleur dans la zone où les pertes de chaleur sont plus élevées. Ils exigent également des températures d'eau moins élevées, habituellement moins de 49°C (120°F).

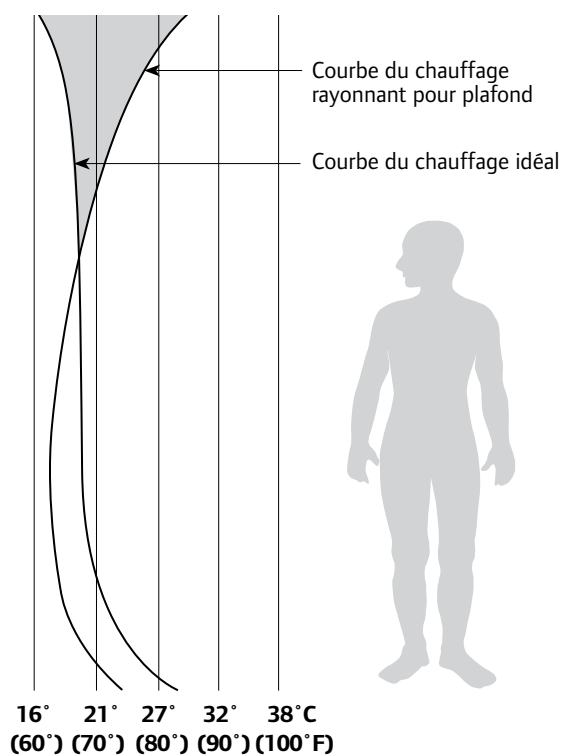


Figure 2-6 : Comparaison des courbes du chauffage idéal et avec plafond rayonnant