

## Chapitre 12

# Stratégies de commande

Ce chapitre aborde les stratégies de commande pour systèmes rayonnants hydroniques. Uponor offre une gamme complète de dispositifs de commande, y compris des thermostats pour la commande locale des zones, des régulateurs de température d'eau d'alimentation et un système de commande en réseau englobant un large éventail de fonctions CVCA. Pour concevoir adéquatement les commandes d'un système de chauffage, il est essentiel de comprendre les différentes options disponibles et de choisir l'approche la mieux adaptée au système.

### Commande locale des zones

Une logique de commande efficace se fonde sur des données précises pour choisir les actions appropriées. L'action commandée devrait découler d'une information (p. ex., un appel de chaleur) liée directement à l'élément commandé (p. ex., l'application de chaleur). La logique la mieux adaptée pour les systèmes hydroniques avec panneaux rayonnants est la commande locale

des zones. Par commande locale, on entend un thermostat, placé dans une pièce donnée, dont le rôle est de détecter lorsque la température de la pièce n'est plus dans la plage de consigne établie et de transmettre, le cas échéant, un appel de chaleur ou de refroidissement.

Le thermostat local surveille la température de la pièce. Il détecte une réduction du degré de chauffage requis selon l'ensoleillement, l'occupation ou les gains internes et réagit, le cas échéant, en n'appelant pas de chaleur. Le thermostat local de zone détecte également la chaleur supplémentaire requise lors d'une baisse de température extérieure, de l'ouverture de rideaux ou de l'introduction d'objets froids dans une pièce. Il permet également au propriétaire d'ajuster facilement la température de consigne selon ses préférences.

Deux conditions sont essentielles pour une commande de zone efficace.

- Premièrement, la température de l'eau d'alimentation ne doit pas dépasser la température maximale requise en fonction de la charge thermique maximale de la pièce. L'utilisation de la température d'eau la plus élevée possible pour une pièce donnée assure que le système se trouve dans la « sphère de commande » du thermostat. Les gros projets incluant plusieurs sources de chauffage ou appareils de climatisation doivent souvent gérer différentes températures d'eau d'alimentation pour différentes pièces du bâtiment. La température de l'eau d'alimentation doit être maintenue à un niveau adéquat à l'aide de dispositifs mélangeurs, comme des vannes thermostatiques, des vannes modulatrices, des pompes d'injection ou des chaudières à condensation modulante. Ces composants permettent de maintenir l'eau à la température voulue selon les conditions spécifiées.



- Deuxièmement, la logique de commande d'entrée et de sortie doit être dotée de mécanismes adéquats et synchronisés afin de prédire et de distribuer la chaleur. Ces appareils doivent être conçus spécifiquement pour fonctionner ensemble. Étant donné que la masse des systèmes avec panneaux rayonnants peut être lourde ou légère et que la valeur de résistance des couvertures-planchers peut varier considérablement, la prédiction joue un rôle particulièrement important avec les planchers rayonnants par rapport à d'autres systèmes.

Consultez le **Chapitre 11** pour en savoir plus sur la répartition des zones.

## Thermostats

Uponor offre plusieurs types de thermostats, variant dans leur fonctionnement et leur apparence. Peu importe le matériel utilisé, assurez-vous d'installer des thermostats capables de surveiller et de commander un système de chauffage rayonnant avec précision. En raison de sa masse, la dynamique d'un système rayonnant diffère de celle d'un système conventionnel à air. Tous les thermostats offerts par Uponor sont conçus pour être utilisés avec les systèmes rayonnants et en optimiser le confort et l'efficacité.

Les thermostats Uponor de la série WT sont numériques et dotés d'un circuit intégré. Ils sont également dotés d'une sortie (ou contact) commutable simple qui se ferme pour faire fonctionner d'autres appareils de chauffage ou de refroidissement. Uponor offre également des thermostats sans fil pouvant transmettre un appel de chaleur ou de refroidissement jusqu'à 23 m (75 pi) dans les constructions normales. Ces thermostats sans fil sont aussi dotés d'une fonction unique : une sonde de température moyenne rayonnante (TMR). Cette sonde calcule la moyenne de la température de l'air et de la température des surfaces de la pièce (murs, plafond, plancher, etc.), ce qui permet d'assurer un plus grand confort dans la pièce. Les deux types de thermostat (avec ou sans fil) réagissent à une divergence du point de consigne de plus de 0,5 °C (1 °F). Lorsque le thermostat détecte une divergence supérieure à 0,5 °C, il actionne les appareils électriques correspondants (actionneurs, vannes de régulation par zones, pompes, etc.) dans la logique de commande. Ces mêmes appareils électriques sont ensuite désactivés lorsque la température revient au point de consigne.

Le système en réseau Climate Control<sup>MC</sup> d'Uponor utilise des thermostats dotés d'une version modifiée du sonde de TMR. Cette sonde fonctionne et communique de manière légèrement différente. La sonde à thermistance, ou thermistor, est placée sur le couvercle intérieur à l'aide d'un composé conducteur de chaleur. Ces thermostats commandent le chauffage et d'autres fonctionnalités CVCA (climatisation, humidité, ventilation, etc.) grâce à deux fils, ce qui en fait de véritables thermostats réseau. La température de l'espace climatisé par le système rayonnant sera maintenue à moins de 0,25 °C (0,5 °F) du point de consigne. Lorsque le thermostat réseau détecte une divergence supérieure à 0,25 °C, il actionne les appareils électriques correspondants (actionneurs, vannes de régulation par zones, pompes, etc.) dans la logique de commande. Ces mêmes appareils électriques sont désactivés lorsque la température revient à 0,25 °C au-dessus du point de consigne. Les thermostats réseau peuvent commander le chauffage de second degré, le chauffage d'appoint, le refroidissement, l'humidité et la ventilation dans un système intégré.



## Options de tuyauterie et de commande

Les pages qui suivent illustrent diverses dispositions possibles des tuyaux et dispositifs de commande, selon différents choix de répartition des zones, pour planchers et plafonds rayonnants compatibles avec la commande locale des zones.

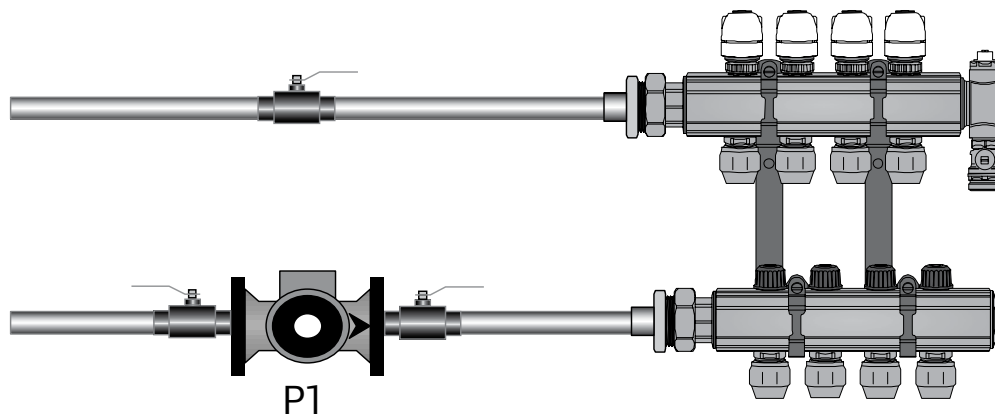
### Option 1 :

#### Plusieurs zones sur un seul collecteur avec actionneurs

- Collecteur unique avec plusieurs zones, desservi par un seul circulateur (P1)
- Chaque boucle ou groupe de boucles est une zone individuelle, contrôlée par un thermostat Uponor. Les actionneurs et thermostats Uponor à quatre fils sont connectés au module de commande de zones Uponor (MCZ).
- Le MCZ Uponor est connecté à un relais hydronique (simple ou multiple)
- Consultez la **page 163** pour le schéma de branchement détaillé.

#### Avantages :

- Répartition flexible des zones au sein d'un seul collecteur
- Répartition des zones par pièce simplifiée et réduction des coûts



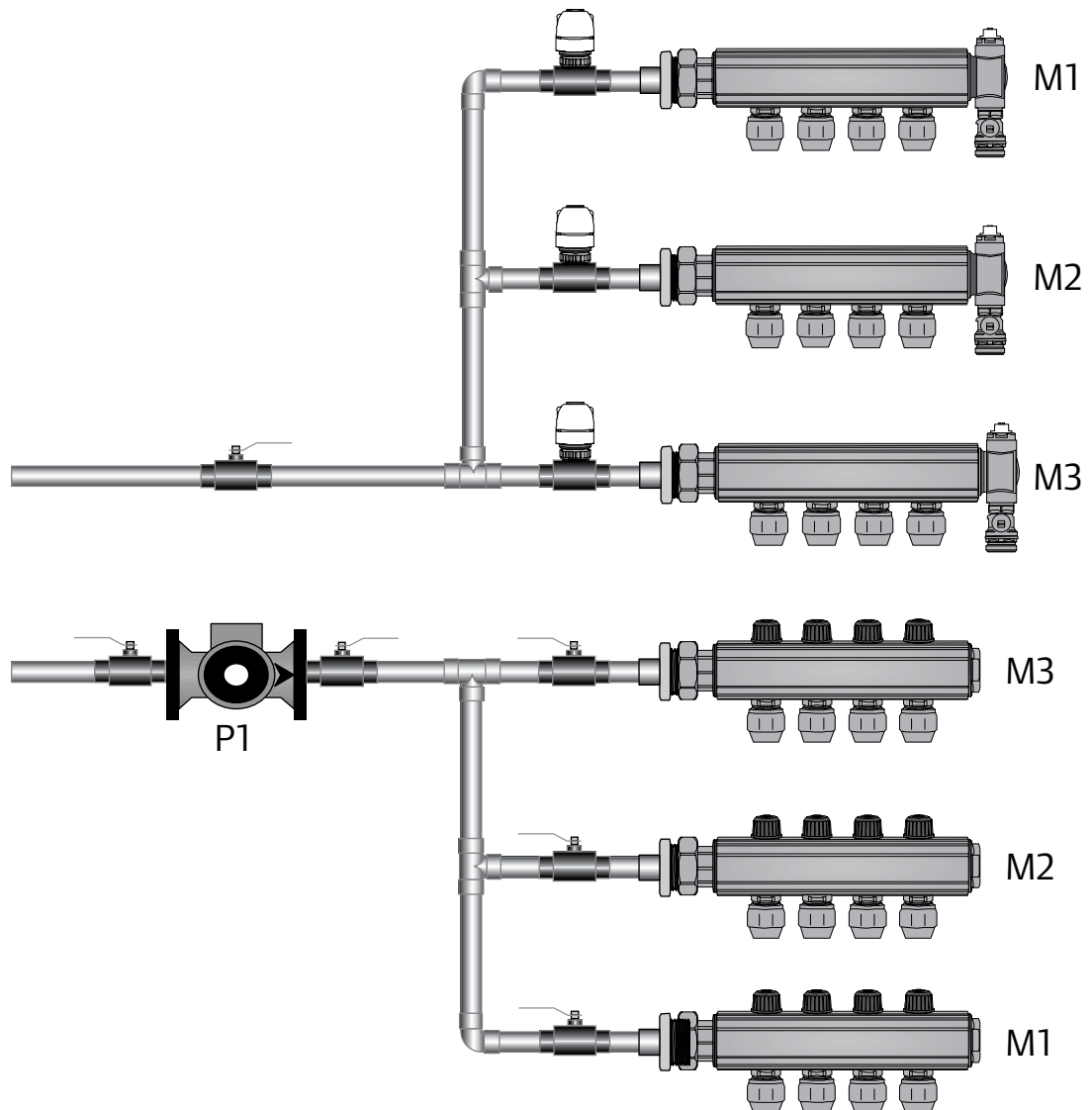
## Option 2 :

### Plusieurs zones sur plusieurs collecteurs avec vannes de régulation par zones

- Chaque collecteur correspond à une seule zone, le tout desservi par un seul circulateur (P1)
- Chaque collecteur (zone) est commandé par un thermostat Uponor et une vanne de régulation par zones Uponor à quatre fils.
- Les thermostats et les vannes de régulation par zones sont reliés au module de commande de zones Uponor (MCZ).
- Le MCZ Uponor est branché à un relais hydronique (simple ou multiple).
- Consultez les **pages 164 et 165** pour le schéma de branchement détaillé.

#### Avantages :

- Répartition des zones simplifiée — une vanne pour une zone, plutôt que plusieurs actionneurs
- Possibilité de coûts réduits
- Façon simple d'associer un collecteur à une zone spécifique



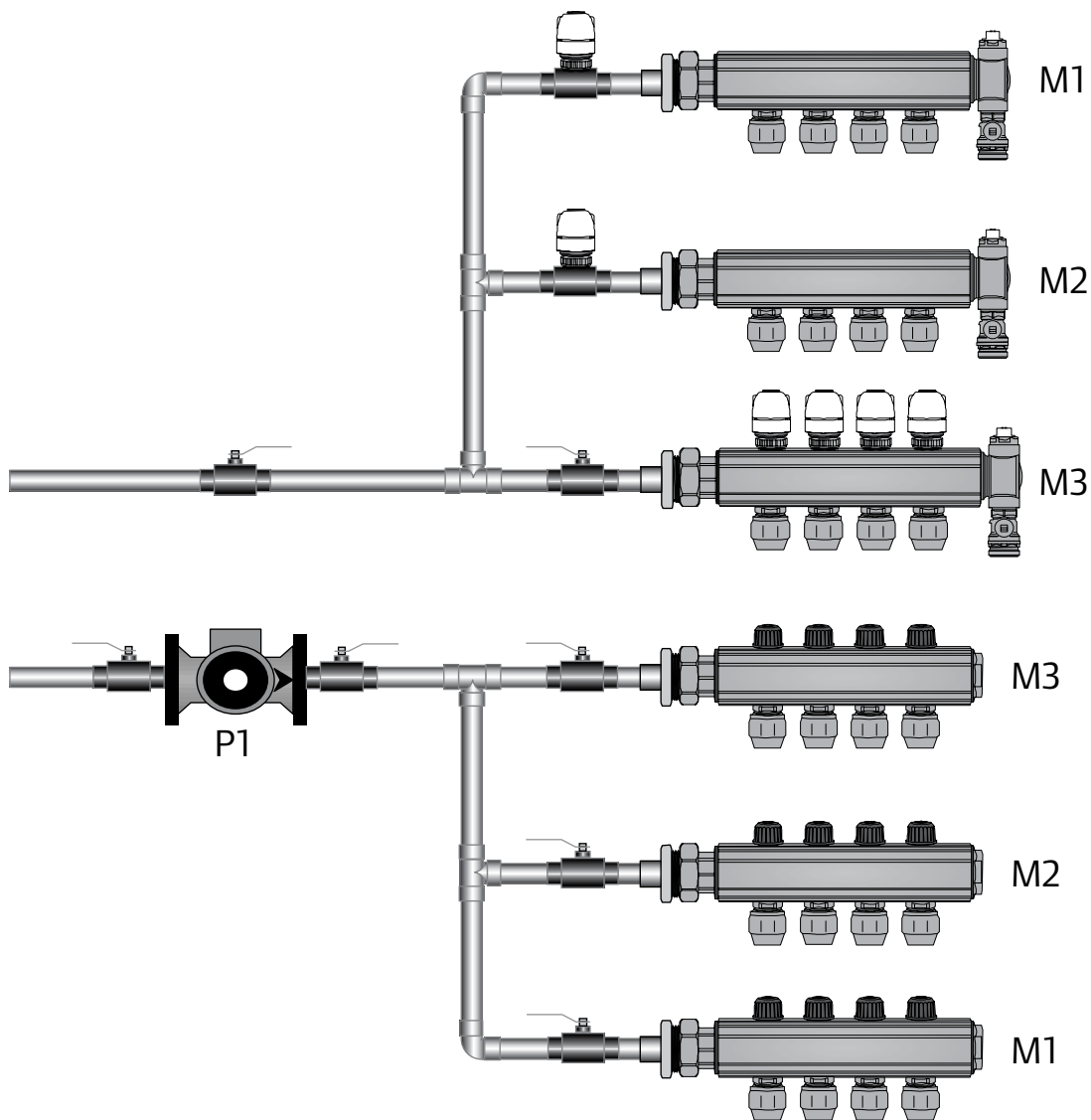
### Option 3 :

## Plusieurs zones sur plusieurs collecteurs avec actionneurs et vannes de régulation par zones

- Combinaison des options 1 et 2
- Certains collecteurs ont une seule zone, commandée par des thermostats Uponor et des vannes de régulation par zones Uponor à quatre fils.
- Certains collecteurs ont plusieurs zones, commandées par des thermostats Uponor et des vannes de régulation par zones Uponor à quatre fils.
- Les thermostats, actionneurs et vannes de régulation par zones sont branchés au module de commande de zones Uponor (MCZ).
- Le MCZ Uponor est branché à un relais hydronique (simple ou multiple).
- Consultez les **pages 166 et 167** pour le schéma de branchement détaillé.

### Avantages :

- Répartition des zones simplifiée, le cas échéant
- Répartition des zones par pièce, le cas échéant
- Possibilité d'ajouter ultérieurement des actionneurs aux collecteurs à une zone pour créer des zones multiple

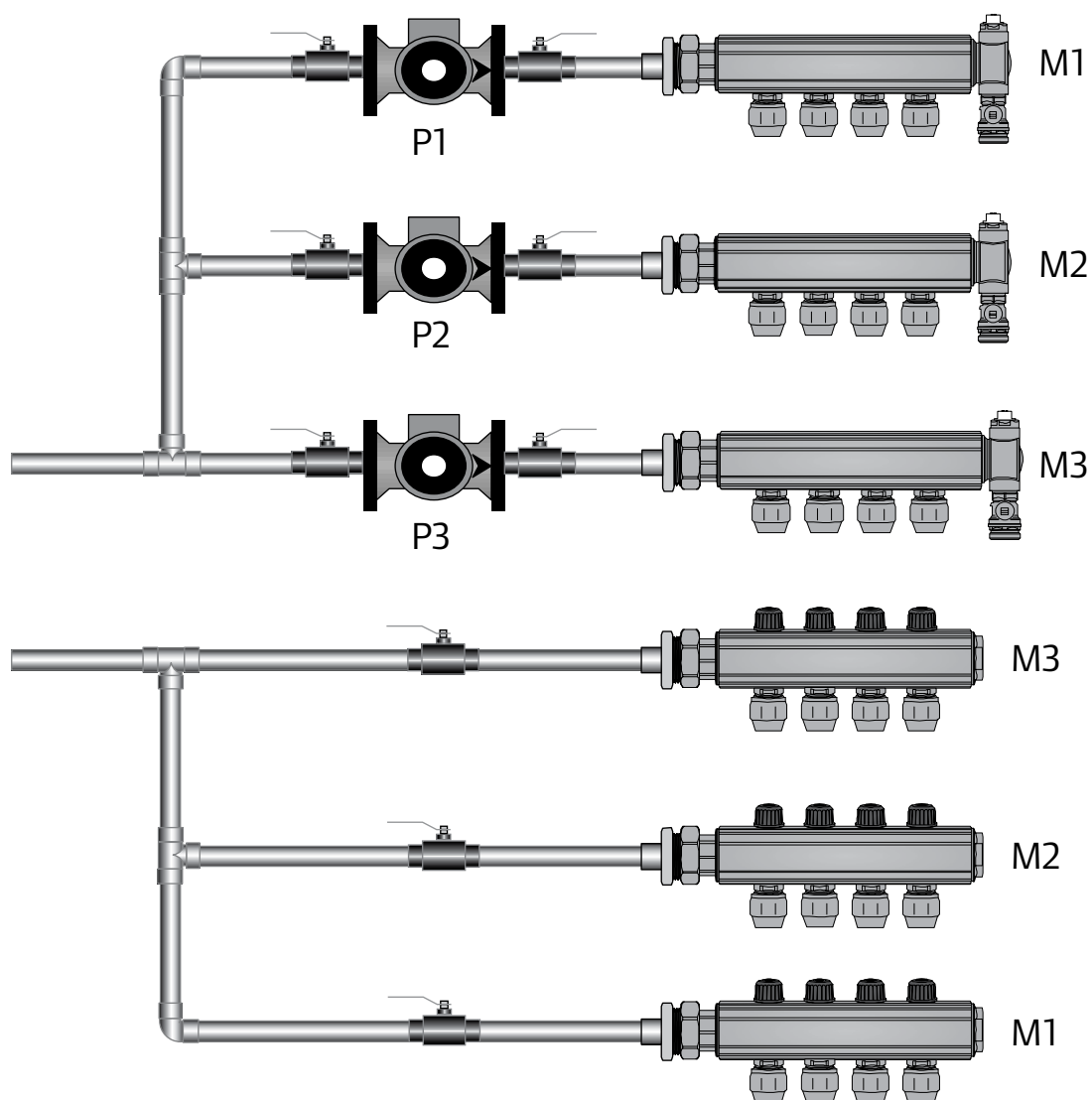


#### Option 4 : Plusieurs zones sur plusieurs collecteurs avec circulateurs

- Chaque collecteur correspond à une seule zone, desservie par son propre circulateur.
- Chaque collecteur (zone) est commandé par un thermostat Uponor et un relais hydronique (simple ou multiple).
- **Note** : Ajoutez des régulateurs de débit si les circulateurs ne sont pas livrés avec des clapets antiretour internes pour empêcher la circulation lorsque la zone est inactive.
- Consultez les **pages 168 et 169** pour le schéma de branchement détaillé.

#### Avantages :

- Chaque zone est contrôlée par son propre circulateur
- Le circulateur est ajusté spécifiquement pour sa zone

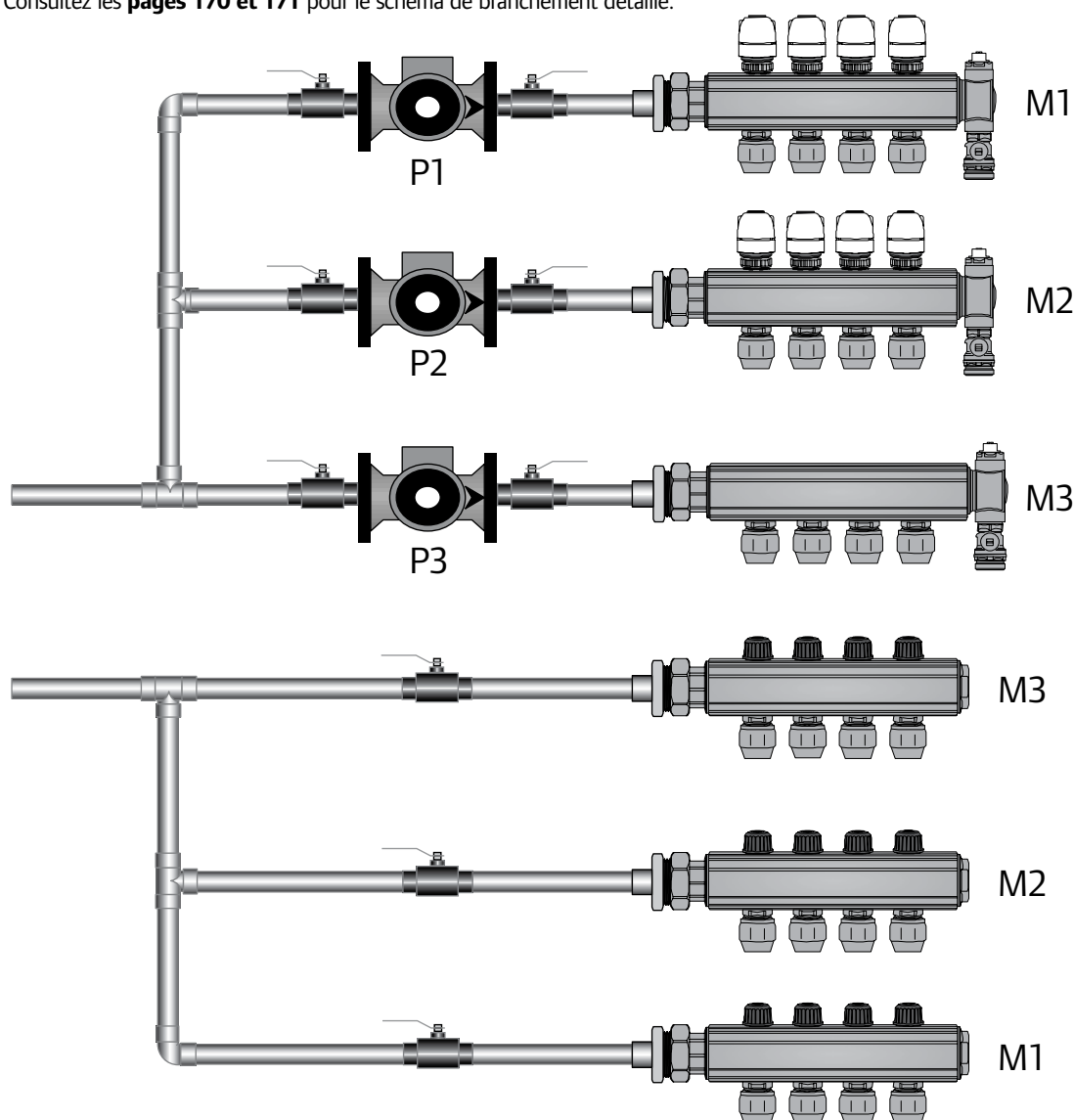


## Option 5 : Répartition combinée des zones avec circulateurs

- Certains collecteurs correspondent à une seule zone, desservie par son propre circulateur et commandée par des thermostats Uponor et un relais hydronique (simple ou multiple)
- Certains collecteurs ont plusieurs zones, desservies par leur propre circulateur et commandées par des thermostats Uponor et des actionneurs Uponor à quatre fils.
- Les actionneurs et les thermostats sont connectés au module de commande de zones Uponor (MCZ).
- Le MCZ Uponor et les autres thermostats et circulateurs sont connectés à des relais hydroniques (simples ou multiples).
- **Note :** Ajoutez des régulateurs de débit si les circulateurs ne sont pas livrés avec des clapets antiretour internes pour empêcher la circulation lorsque la zone est inactive.
- Consultez les **pages 170 et 171** pour le schéma de branchement détaillé.

### Avantages :

- Répartition des zones simplifiée, le cas échéant
- Répartition des zones par pièce, le cas échéant
- Possibilité d'ajouter ultérieurement des actionneurs aux collecteurs à une zone pour créer des zones multiple



## Régulation de la température de l'eau

Lorsque vous planifiez les commandes d'un système de chauffage rayonnant pour plancher, il est important de faire la distinction entre la commande des zones et la régulation de la température de l'eau. La commande des zones est généralement assurée par des thermostats avec actionneurs, vannes de régulation par zones et circulateurs. La section suivante aborde la régulation de la température de l'eau pour le chauffage rayonnant pour plancher.

Le chauffage rayonnant pour plancher est, règle générale, un système à température de l'eau peu élevée. Il n'y a pas de température idéale ou recommandée dans le domaine du rayonnant. Comme mentionné au **Chapitre 8**, plusieurs facteurs influencent la température de l'eau du système. Ces facteurs comprennent la méthode d'installation, l'espacement des tuyaux, le matériau de plancher fini et la charge thermique. Une fois la température d'eau du système établie, il faut déterminer comment atteindre et régler cette température.

La régulation de la température de l'eau pour système rayonnant se décline en trois niveaux :

**Niveau 1** — Aucune commande supplémentaire

**Niveau 2** — Équilibrage de température unique

**Niveau 3** — Réajustement selon la température extérieure

La régulation de niveau 1 est de loin la plus simple à installer et faire fonctionner.

### Niveau 1 — Aucune commande supplémentaire

Par « aucune commande supplémentaire », on entend l'utilisation de la régulation de la température de l'eau assurée par la source de chaleur pour ajuster la température de l'eau du système rayonnant. Par exemple, si un simple

chauffe-eau à gaz ou électrique est utilisé comme source de chaleur, la température de l'eau du système voulue sera ajustée à l'aide des commandes du chauffe-eau. Si l'eau doit être à 43 °C (110 °F), ajustez simplement le chauffe-eau pour générer une eau à 43 °C.

Les chaudières à condensation sont idéales pour la régulation de niveau 1. Ces chaudières sont conçues pour fonctionner avec des températures d'eau de retour très basses. En fait, plus la température de retour est basse, mieux la chaudière à condensation fonctionnera. Ces chaudières utilisent la basse température de l'eau de retour pour condenser les gaz de combustion. La chaudière utilise ensuite la chaleur latente des gaz de combustion condensés pour contribuer à chauffer l'eau du système. Cette énergie supplémentaire permet d'améliorer l'efficacité de la chaudière à condensation de 10 % par rapport aux autres types de chaudières.

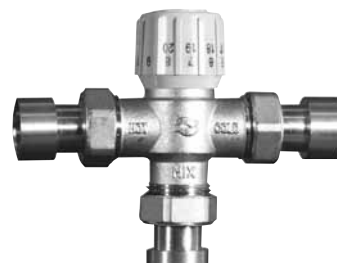
D'autres sources de chaleur peuvent assurer une régulation de niveau 1. Les chaudières électriques, comme les chauffe-eau, peuvent être configurées pour générer une température d'eau précise. Puisqu'elles sont dépourvues de conduit de fumée ou de gaz de combustion, les chaudières électriques peuvent fonctionner à des températures peu élevées sans crainte de condensation.

Puisque les systèmes rayonnants exigent souvent des températures d'eau relativement basses, les chaudières en fonte traditionnelles sans condensation (au mazout ou au gaz) ne sont normalement pas recommandées pour la régulation de niveau 1. Les chaudières sans condensation exigent habituellement des températures d'eau d'au moins 52 °C à 63 °C (125 °F à 145 °F) pour prévenir la condensation des gaz de combustion. Si un système exigeant des températures de l'eau inférieures à 52 °C à 63 °C est connecté à la

chaudière, les gaz de combustion dans la chaudière se condensent. Cette condensation est très acide et peut endommager les conduits de fumée ou la chaudière. Utilisez une chaudière sans condensation pour la régulation de niveau 1 uniquement si les températures de l'eau de retour dépassent la température minimale exigée par le fabricant. Consultez les directives d'installation du fabricant pour les informations spécifiques au modèle.

### Niveau 2 — Équilibrage par mélange

Dans sa forme la plus simple, l'équilibrage à température unique atteint la température d'alimentation établie pour le système en mélangeant l'eau chaude d'alimentation de la chaudière avec l'eau de retour, plus froide, issue du système rayonnant. L'équilibrage à température unique est utile dans les cas où la source de chaleur est une chaudière normale sans condensation. Puisque ces



chaudières sont limitées à des températures d'eau de retour supérieures à 52 °C à 63 °C (125 °F à 145 °F), un dispositif d'équilibrage doit être placé entre la chaudière et le système rayonnant, et ce, pour deux raisons :

1. Pour atteindre la température d'eau d'alimentation établie pour le système.
2. Pour protéger la chaudière contre les températures inférieures à 52 °C à 63 °C et prévenir la condensation du gaz de combustion.



### Vanne thermostatique à trois voies

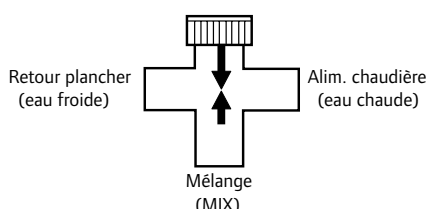
**voies** — L'installation d'une vanne thermostatique à trois voies est la manière la plus simple et la plus efficace d'assurer une régulation de niveau 2. La vanne thermostatique à trois voies d'Uponor fournit une température d'eau fixe et constante à travers le système de chauffage rayonnant sans affecter le fonctionnement de la chaudière.

La vanne thermostatique à trois voies Uponor possède trois orifices, nommés + (plus), - (moins) et MIX. L'eau du chauffe-eau est acheminée vers l'orifice +. L'intérieur de la vanne contient un élément qui se dilate et se contracte pour ajuster la température de l'eau d'alimentation du système acheminée vers la sortie MIX. Cet orifice est réservé à l'eau de retour du système rayonnant, acheminée vers l'orifice - (moins) par une dérivation de retour à la chaudière.

La vanne thermostatique à trois voies d'Uponor est dotée d'un cadran de réglage pour ajuster la température de l'eau du système. L'élément interne se dilate et se contracte ensuite selon la température de l'eau sortant de l'orifice MIX. Si la température à MIX est trop élevée, l'élément se dilate et pousse la vanne de retenue, qui bloque alors la circulation de l'eau chaude de la chaudière arrivant à l'orifice + (plus). Si la température à MIX est trop basse, l'élément se contracte et relâche la tension sur la vanne de retenue pour permettre à l'eau chaude de la chaudière d'entrer dans le système par l'orifice + (plus). En réalité, la vanne équilibre l'eau chaude de la chaudière avec l'eau de retour, plus froide, du système rayonnant, qui est ensuite acheminée vers l'orifice - (moins) en passant par la dérivation.

La vanne thermostatique à trois voies d'Uponor est une vanne réactive, car elle achemine une température d'eau constante vers le système de chauffage rayonnant, et ce, malgré les baisses possibles de la température de l'eau d'alimentation de la chaudière.

### Vanne thermostatique à trois voies



Une vanne réactive fonctionne bien avec une commande de zone intermittente, ou marche/arrêt.

La vanne thermostatique à trois voies d'Uponor offre de nombreux avantages, y compris :

- Faible coût
- Non électrique – aucun branchement additionnel requis
- Réactive – s'ajuste automatiquement pour maintenir la température de l'eau d'alimentation
- Installation facile – seulement trois raccords de tuyaux
- Température de fonctionnement variant de 27 °C à 71 °C (80 °F à 160 °F)

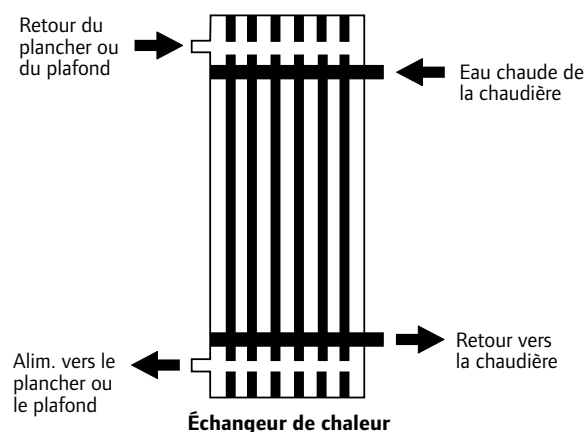
La vanne thermostatique à trois voies d'Uponor peut être installée dans toutes les positions. La vanne doit avoir un circulateur sur son côté rayonnant afin d'assurer un débit adéquat dans le système rayonnant. L'emplacement idéal pour ce circulateur est entre l'orifice MIX et le collecteur d'alimentation. Une sonde de température devrait également être installée en aval de l'orifice MIX pour surveiller la température de l'eau d'alimentation. Consultez le **Chapitre 13** pour les schémas de tuyauterie.

### Autres options pour le niveau 2

— Il existe plusieurs autres méthodes pour assurer une régulation de niveau 2, y compris les réservoirs de mélange, les échangeurs de chaleur, les mitigeurs motorisés à quatre voies et le mélange par injection. Les commandes pour les mitigeurs motorisés et pour le mélange par injection peuvent être configurées pour s'ajuster aux conditions extérieures. Consultez la section sur le niveau 3 à la **page 135** pour plus d'information.

### Échangeurs de chaleur

— Les échangeurs de chaleur à plaque brasée en acier inoxydable procurent des températures d'eau constantes pour le chauffage rayonnant du plancher ou, plus souvent, pour la fonte de neige. Les échangeurs de chaleur possèdent deux chambres séparées, ou côtés. Un côté contient l'eau de la chaudière et l'autre contient l'eau du système rayonnant. L'eau chaude de la chaudière est pompée à travers l'échangeur de chaleur, chauffant les parois de l'échangeur. L'eau du système rayonnant est pompée à travers l'autre côté de l'échangeur et se réchauffe au contact de la paroi chauffée de l'échangeur. L'eau de la chaudière et celle du système rayonnant ne se mélangent jamais.



Les échangeurs de chaleur sont le plus souvent utilisés pour gérer les problèmes de corrosion liés à la diffusion d'oxygène lorsque des tuyaux Uponor AquaPEX® sans barrière sont utilisés pour le chauffage rayonnant ou la fonte de neige. Des composants non ferreux sont utilisés avec les tuyaux sans barrière du côté de l'échangeur qui alimente le système rayonnant ou de fonte de neige. Il faut donc utiliser un circulateur en bronze ou en acier inoxydable avec brides non ferreuses, un réservoir de dilatation pour eau potable, un séparateur d'air en laiton ou en bronze et une tuyauterie lourde non ferreuse. Aucun tuyau en acier, en fonte ou en tout autre matériau

ferreux ne devrait être utilisé avec une tuyauterie sans barrière.

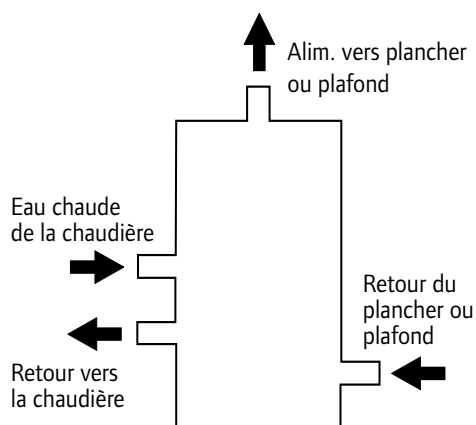
Sur le côté chaudière de l'échangeur de chaleur, des tuyaux conventionnels peuvent être utilisés. L'échangeur de chaleur empêche la corrosion liée à la diffusion de l'oxygène en séparant le système « ouvert » (utilisant les tuyaux sans barrière sur des composants non ferreux) du système de la chaudière.

Les échangeurs de chaleur sont aussi utilisés en conjonction avec des chauffe-eau domestiques dans les petits projets de chauffage et de climatisation pour plancher. Les échangeurs de chaleur séparent l'eau du système rayonnant du système d'eau potable. Dans tous les cas où un échangeur de chaleur est utilisé pour le chauffage rayonnant, un circulateur et un réservoir de dilatation doivent être présents du côté rayonnant de l'échangeur.

La température de l'eau du côté rayonnant de l'échangeur de chaleur est commandée par un aquastat configuré pour maintenir une température d'alimentation constante. Lorsque la sonde à distance de l'aquastat détecte que la température de l'eau d'alimentation est sous la température établie, l'aquastat actionne un circulateur du côté chaudière de l'échangeur de chaleur (ainsi que la chaudière, si nécessaire). L'eau du chauffe-eau traverse l'échangeur de chaleur, réchauffant l'eau du système rayonnant du côté rayonnant de l'échangeur.

Les avantages de l'échangeur de chaleur comprennent :

- Compatibilité universelle
- Protection contre la corrosion liée à la diffusion d'oxygène avec des tuyaux sans barrière
- Parfait pour les applications de fonte de neige – protège les sources de chaleur des températures de retour trop froides
- Permet l'isolation des systèmes avec des mélanges à haut taux de glycol



**Réservoir de mélange**

Les échangeurs de chaleur peuvent augmenter le coût de certains systèmes, puisqu'ils nécessitent un circulateur, un réservoir de dilatation, un séparateur d'air et une tuyauterie lourde. Par contre, pour les applications de fonte de neige et les installations utilisant un chauffe-eau domestique, un échangeur de chaleur peut s'avérer la solution idéale. Consultez le **Chapitre 13** pour les schémas de tuyauterie.

**Réservoir de mélange** — Les réservoirs de mélange sont souvent appelés réservoirs tampons. L'eau issue de la source de chaleur est mélangée à l'eau de retour du panneau rayonnant. Le système doit comporter un circulateur sur la boucle de la chaudière et un circulateur sur la boucle du panneau rayonnant. La température de l'eau est maintenue dans le réservoir de mélange par l'entremise d'un aquastat (immergé ou attaché) qui détecte la température de l'eau d'alimentation du panneau rayonnant. Lorsque la température

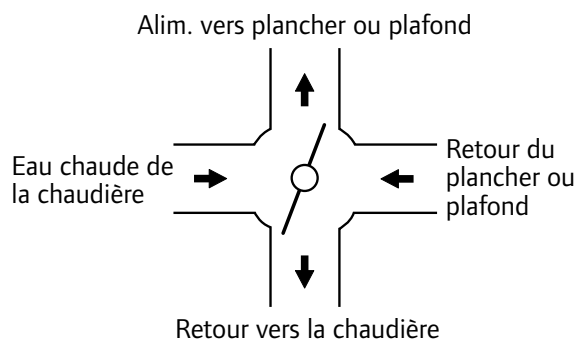
de l'eau tombe sous la température établie, l'aquastat actionne le circulateur de la boucle de la chaudière (et la chaudière, si nécessaire) pour pomper davantage d'eau chaude dans le réservoir de mélange.

On utilise souvent un réservoir de mélange avec des chaudières à faible masse ou à vaporisation instantanée. Le réservoir de mélange ajoute de l'eau au système et peut prévenir le fonctionnement en cycles courts de la chaudière. Tout réservoir isolé peut faire office de réservoir de mélange.

Les avantages d'un réservoir de mélange comprennent :

- Coûts moyens ou peu élevés
- Présence d'une masse d'eau pour empêcher les cycles courts de la chaudière
- Possibilité de stockage d'énergie
- Parfait pour les chaudières au bois
- Tuyauterie simple

Consultez le **Chapitre 13** pour les schémas de tuyauterie.



### Mitigeurs motorisés à quatre voies

— Les mitigeurs motorisés à quatre voies sont des dispositifs automatisés et dotés de capteurs électroniques afin de maintenir la température de l'eau d'un système rayonnant. Ils jouent essentiellement le même rôle qu'une vanne thermostatique à trois voies, mais le font à la fois électroniquement et mécaniquement.

Une sonde (fixée ou immergée) détecte la température de l'eau d'alimentation du système rayonnant. Lorsque cette température tombe sous la température voulue, une commande actionne le circulateur du côté chaudière du mitigeur et indique à son moteur de s'actionner. La commande et le mitigeur déterminent la quantité d'eau chaude de la chaudière et d'eau de retour du système rayonnant devant être mélangée pour générer la température voulue.

Pour être « réactifs », les mitigeurs à quatre voies doivent être dotés d'un moteur. Le moteur ajuste la position d'un clapet diviseur interne qui détermine les quantités d'eau chaude (de la chaudière) et d'eau de retour à mélanger pour obtenir la température de l'eau d'alimentation désirée. Cela est important car la température d'eau d'alimentation de la chaudière et la température d'eau de retour du système rayonnant peuvent ne pas être constantes. Si une de ces températures n'est pas fixe, une vanne non-motorisée ne sera pas en mesure de maintenir une température d'eau d'alimentation régulière.

Un mitigeur non motorisé ne produit qu'un mélange à « rapport fixe » de l'eau chaude de la chaudière et de l'eau de retour du système rayonnant. Doté d'un moteur, un mitigeur peut changer ces proportions afin de générer une température d'alimentation constante, peu importe les changements des deux autres températures de l'eau.

Avantages des mitigeurs motorisés à quatre voies :

- Compatibilité universelle
- Peut être adapté pour réagir aux conditions extérieures avec l'ajout de commandes supplémentaires

Les mitigeurs à quatre voies peuvent augmenter le coût d'un système, puisqu'ils exigent l'ajout d'une vanne, d'un moteur et de commandes séparées. Des branchements supplémentaires pourraient également être nécessaires.

### Mélange par injection avec température constante

— Le mélange par injection assure une régulation de niveau 2 de manière semblable à la vanne thermostatique à trois voies. La température de l'eau d'alimentation du système est maintenue en mélangeant de courtes injections d'eau chaude de la chaudière et d'eau de retour plus froide du système rayonnant. Le mélange par injection est souvent utilisé dans une configuration de tuyauterie principale/secondaire. L'eau chaude de la chaudière circule dans la boucle principale et l'eau d'alimentation du système rayonnant circule dans la boucle secondaire. Les sections d'injection d'alimentation et de retour raccordent les deux boucles, avec une vanne de régulation par zones à deux positions du côté de l'injection d'alimentation.

Une commande de consigne ou un aquastat mesure la température de l'eau d'alimentation du système rayonnant. Lorsque la sonde détecte que la température tombe sous le niveau établi, la vanne de régulation par zones de la section d'injection s'ouvre et actionne le circulateur principal. L'eau chaude de la chaudière est ensuite injectée dans la boucle rayonnante, ce qui permet de ramener la température de l'eau d'alimentation au niveau établi. Une vanne d'équilibrage adéquate est nécessaire dans la boucle rayonnante, entre les sections d'injection

d'alimentation et de retour, afin de créer la baisse de pression nécessaire à l'injection.

Avantages du mélange par injection :

- Compatibilité universelle
- Peut être adapté pour réagir aux conditions extérieures avec l'ajout de commandes supplémentaires
- Protège la chaudière des températures de retour trop basses
- Coût relativement peu élevé

### Régulation de niveau 3 — Réajustement selon la température extérieure

Le réajustement selon la température extérieure est utilisé pour optimiser le confort et l'efficacité du système. Dans son expression la plus simple, la commande de réajustement selon la température ajuste la température de l'eau d'alimentation du système rayonnant pour combler avec précision les exigences de chaleur d'un bâtiment selon les conditions actuelles. Les systèmes de chauffage sont conçus pour maintenir une certaine température intérieure selon les conditions établies ou selon la journée la plus froide de l'année dans la région géographique en question.

La température de l'eau d'alimentation est la température de l'eau requise pour chauffer une pièce ou un bâtiment aux conditions établies. Par contre, la charge thermique change avec les conditions climatiques à l'extérieur. Lorsque la température extérieure augmente, la charge thermique d'un bâtiment diminue. Du même coup, la température de l'eau d'alimentation requise pour combler la charge thermique diminue également. Les commandes de réajustement détectent les conditions extérieures et ajustent, ou modulent, la température de l'eau d'alimentation du système afin de combler la charge thermique à ce moment précis. Lorsque la température extérieure diminue, la température de l'eau d'alimentation augmente, et vice-versa.

Une bonne analogie pour la commande de réajustement selon la température extérieure est le régulateur de vitesse d'une voiture. Ce régulateur est configuré pour maintenir une certaine vitesse et ajustera l'alimentation en carburant selon les conditions de la route : plus de carburant si la voiture monte une pente, moins de carburant si elle descend. Comme cette fonction qui permet d'optimiser le confort et l'économie de carburant du véhicule, le réajustement selon la température extérieure optimise le confort et l'économie de carburant du système de chauffage. Le confort intérieur est optimisé en harmonisant le fonctionnement du système et la charge thermique, et l'efficacité du système est optimisée en procurant la température d'eau la plus basse possible pour compenser la charge tout en minimisant les pertes de distribution.

Les commandes de réajustement selon la température extérieure peuvent être installées à la source de chaleur ou au système de distribution rayonnant. Les chaudières à condensation sont souvent réajustées, en raison de leur capacité à 1) réduire le temps d'allumage (ce qui a pour effet de réduire la puissance thermique et la température de l'eau) et à 2) accepter des températures d'eau de retour très

basses sans causer de condensation du gaz de combustion. C'est ce qu'on appelle un « réajustement complet ». Les chaudières sans condensation peuvent aussi être réajustées, mais elles exigent une température minimale de 52 °C à 63 °C (125 °F à 145 °F) pour empêcher la condensation. C'est ce qu'on appelle un « réajustement partiel ».

Lorsqu'un ajustement complet est appliqué au système de distribution du chauffage rayonnant seulement, la chaudière doit être protégée des températures d'eau de retour plus basses, de la condensation du gaz de combustion et de la possibilité de choc thermique. Uponor offre deux produits de commande sensibles à la température extérieure, la commande multifonction Climate Control et le système en réseau Climate Control. Les deux permettent le réajustement complet d'un système rayonnant tout en protégeant la chaudière sans condensation.

#### Commande multifonction

**Climate Control** — La commande multifonction utilise une logique de commande intégrée pour actionner les vannes de modulation et les pompes d'injection afin d'ajuster la température de l'eau d'alimentation d'un système rayonnant dans une boucle secondaire. (Consultez les **pages 154 à 161** pour les schémas de tuyauterie et les **pages 186 à 193** pour les schémas de branchement.)

La commande multifonction utilise des détecteurs pour mesurer :

- Les températures d'alimentation et de retour du système rayonnant
- Les températures d'alimentation et de retour de la chaudière (lorsque la chaudière doit être protégée)
- La température extérieure

En se basant sur ces trois mesures, la commande multifonction ajuste la température de l'eau d'alimentation du système rayonnant en réponse aux conditions changeantes.

Lorsque la commande multifonction détecte des changements de température extérieure, elle ajuste la position de la vanne ou la vitesse de la pompe d'injection, ce qui permet à plus ou moins d'eau chaude de la chaudière de s'intégrer au système rayonnant et d'augmenter ou réduire la température d'eau d'alimentation du système rayonnant.

La commande multifonction est un système de gestion de l'énergie complètement intégré. Elle peut combiner jusqu'à huit appareils parmi les suivants :

- Quatre chaudières, marche/arrêt et modulantes
- Une pompe principale
- Trois dispositifs mélangeurs (combinaison de vannes et de pompes)
- Trois pompes secondaires
- Un réservoir d'eau chaude domestique
- Trois zones de fonte de neige
- Huit pompes de zone

La protection de la chaudière est assurée par une sonde de température de l'eau d'alimentation principale (ou de la chaudière) et d'une sonde de température de l'eau de retour. La commande multifonction surveille constamment les températures de l'eau d'alimentation et de retour principales. Lorsque la commande détecte des températures plus basses que le minimum établi, elle entreprend de fermer la vanne de modulation à trois voies ou de diminuer la vitesse de la pompe d'injection, ce qui produit un plus grand débit à température élevée dans la dérivation de la chaudière.

Lorsque la température de retour de la chaudière augmente suffisamment, la commande permet à la vanne de s'ouvrir ou à la pompe d'injection d'accélérer.

Lorsque la température de retour de la chaudière augmente suffisamment, la commande permet à la vanne de s'ouvrir ou à la pompe d'injection d'accélérer.

La détection de la température d'alimentation et de retour sur la boucle principale (au besoin) ou secondaire permet au système de



non seulement protéger la chaudière durant l'hiver, mais aussi de répondre plus rapidement lors du démarrage ou lorsque les exigences de chauffage changent radicalement.

La commande multifonction permet à la température de l'eau d'alimentation d'augmenter selon la température de l'eau de retour. Par exemple, prenons une température d'eau établie à 38 °C (100 °F) selon les conditions extérieure, une température d'eau maximale à 57 °C (135 °F) et une température différentielle établie à 5,5 °C (10 °F). Si la sonde d'alimentation détecte 43 °C (110 °F) et la sonde de retour détecte 21 °C (70 °F), la commande multifonction réagira à la forte demande et commandera au dispositif de mélange d'ajouter de l'eau chaude pour que l'eau d'alimentation atteigne 54 °F (130 °F). Pendant que la température de l'eau de retour augmente, la température d'alimentation baissera automatiquement. C'est un énorme avantage pour le fonctionnement et le temps de réponse du système.

La commande multifonction calcule la température cible adéquate en se basant sur les commandes de l'utilisateur. L'installateur se contente d'y inscrire les températures suivantes :

- Temp. de la pièce établie
- Temp. de l'eau établie
- Temp. extérieure établie
- Temp. extérieure par temps chaud
- Temp. de mélange par temps chaud
- Temp. d'alimentation maximale
- Temp. d'alimentation minimale
- Temp. différentielle établie ( $\Delta T$  °F)

La commande multifonction protège la chaudière contre des températures de retour trop basses et permet une régulation intelligente de la chaudière. Pour empêcher le fonctionnement en cycles courts de la chaudière, la commande empêche la chaudière de s'actionner si sa température ne satisfait pas les exigences de

mélange. Lors d'un appel de chaleur, le système tente de combler la demande avec une énergie déjà présente dans le système, donc sans démarrer la chaudière. Une fois cette chaleur résiduelle utilisée, la chaudière sera actionnée. Cette approche optimise la chaleur latente de la chaudière, qui sinon serait gaspillée dans la cheminée ou perdue dans l'enveloppe de la chaudière. En réduisant le risque de cycles courts, la commande multifonction aide à optimiser la longueur des cycles de fonctionnement de la chaudière, ce qui augmente l'efficacité et la durée de vie des chaudières et des autres composants du système.

### Système en réseau Climate

**Contrôl** — Le système en réseau Climate Contrôl gère également l'équilibrage de température dans un système rayonnant. Il fonctionne de la même manière que la commande multifonction Climate Contrôl, mais commande jusqu'à cinq dispositifs de mélange (combinaison de vannes de modulation et de pompes d'injection) et utilise les lectures du thermostat pour ajuster la température de l'eau. Lorsqu'un thermostat effectue un appel de chauffage et active un

conduite d'eau pour l'équilibrage, le système en réseau compare la température actuelle à la température de consigne et ajuste la température de mélange pour compenser. Cette fonctionnalité augmente le confort et optimise l'efficacité, en particulier lors du démarrage du système et lors de l'alignement sur le point de consigne.

Le système en réseau offre un vaste éventail de fonctionnalités CVCA et supporte non seulement les systèmes rayonnants, mais également l'intégration de systèmes de chauffage à air forcé, de refroidissement, de ventilation et d'humidification pour optimiser la commande, le confort et l'efficacité. De plus, le système en réseau peut être développé avec l'ajout de panneaux tactiles muraux, l'intégration de systèmes domotiques et l'accès à Internet. Visitez le [www.uponorpro.com](http://www.uponorpro.com) pour plus d'information.



