

The MWH logo is displayed in white, bold, sans-serif capital letters on an orange background. The letters are closely spaced and have a clean, modern appearance.

INDOOR  
SYSTEMS

A photograph of a modern office interior. The ceiling is white with a grid pattern and features several large, circular, recessed lighting fixtures. The office has large windows on the right side, and several silver cylindrical columns support the ceiling. The overall atmosphere is bright and professional.

## Plafonds rayonnants A11

Interior Comfort /  
Made to measure







**La technologie la plus moderne pour le bien-être sur le lieu de travail:**

Le système de plafonds à refroidissement à eau A11 transforme presque chaque plafond en un plafond rafraîchissant rayonnant. La condition à cela est une surface de plafond conductrice de chaleur en tôles d'acier, d'aluminium ou d'un autre métal ou encore en plâtre ou en matériaux composites analogues. La parfaite transmission de chaleur depuis la surface du plafond vers l'eau de refroidissement permet une utilisation efficace du matériau. Il en résulte une consommation en matières premières réduite, ce qui n'est pas seulement d'intérêt écologique, mais favorise aussi la prévisibilité.

Des composants de système assortis donnent une **capacité de réfrigération constante**, élevée et régulière, même dans des conditions d'utilisation et des conditions ambiantes extrêmes. Notre longue expérience, issue d'un grand nombre d'objets de référence avec plus d'un million de mètres carrés de surface de plafonds froids, garantit une réalisation des **plus rationnelles et qualitatives**.







# Le plafond à refroidissement à eau A11 mise sur une technologie des plus récentes pour un confort optimal sur le lieu de travail.

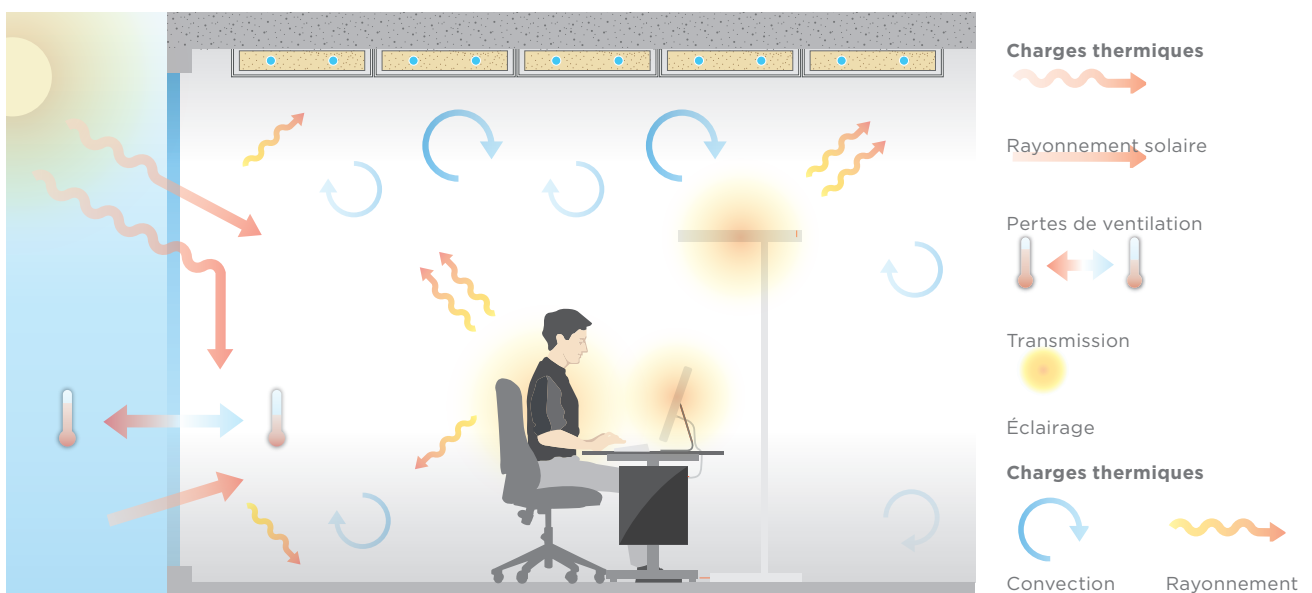
**Le bien-être sur le lieu de travail** est un composant essentiel d'un environnement ergonomique. Il aide à réaliser un travail qualitativement et créativement efficace et motivé. Les pièces modernes à haut degré de technicité sont soumises à une forte charge thermique: Les charges extérieures (rayonnement solaire, chaleurs de transmission, pertes de ventilation) et les charges internes (chaleur corporelle, rejet thermique des appareils, rejet thermique des éclairages) conduisent à une augmentation de la température à l'intérieur de la pièce jusqu'à des valeurs qui se trouvent en dehors des zones de confort.

La chaleur excédente est évacuée par convection et émission. Dans un environnement naturel, l'être humain dégage la majorité de sa chaleur corporelle sous forme de rayonnement. Si le rapport de son dégagement

de chaleur se trouve déréglé par l'environnement, l'homme le ressent comme inconfortable (sensation de courant d'air, transpiration, pieds froids, etc.).

On obtient un climat intérieur confortable que si le système de climatisation permet un échange suffisant des rayonnements. Le plafond à refroidissement à eau A11 remplit cette exigence d'une manière particulièrement efficace car la surface de plafond froide se trouve en échange de rayonnement direct avec les personnes. Un plafond rayonnant froid absorbe 70% de la chaleur par rayonnement thermique. À l'inverse, les plafonds froids à convection absorbent la chaleur, en grande partie par convection, c'est-à-dire que l'applicabilité de ces systèmes doit être contrôlée avec précision en ce qui concerne le bien-être thermique.

## Bien-être optimal grâce au plafond rayonnant froid A11







# Le plafond à refroidissement à eau A11 mise sur une technologie des plus récentes pour un confort optimal sur le lieu de travail.

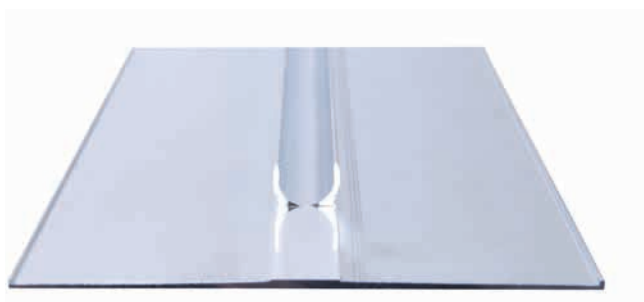


Le système de plafond froid A11 est un set d'activation qui permet d'activer thermiquement toutes les surfaces e plafond à conductivité thermique. Tous les systèmes de plafonds métalliques peuvent être transformés en plafonds froids sans modification de leurs caractéristiques de construction, ni de leur nombreuses conceptions. Les surfaces de plafond sont réalisables en métal – acier, aluminium, cuivre, bronze, etc. – en plâtre ou avec différents panneaux composites.

Pour la coloration et le traitement de surface, faire attention à la structure absorbant la chaleur, car de cela dépend la fonction de la proportion très importante de rayonnement. Le revêtement par poudrage électrostatique de MWH le garantit dans un large choix de couleurs.

## Rail thermoconducteur WLS

Le rail thermoconducteur en profil en C, construit à partir d'un profil extrudé en aluminium, se compose principalement d'un canal circulaire ouvert en haut et d'un rail thermocoducteur plan de haute précision.



Rail thermoconducteur pour tube en cuivre de Ø 12 mm ou 8 mm. Les rails thermoconducteurs vont jusqu'à la bordure des plaques.

## Tube en cuivre Cu

Un tube en cuivre de précision calibré est cintré en serpentin et encastré dans les rails en C thermoconducteurs. La haute précision du profil en C et de celui des tubes, ainsi que la prétension optimisée des flancs des profils en C, permettent le contact ininterrompu entre le tube en cuivre et le profil en C.



## Données techniques:

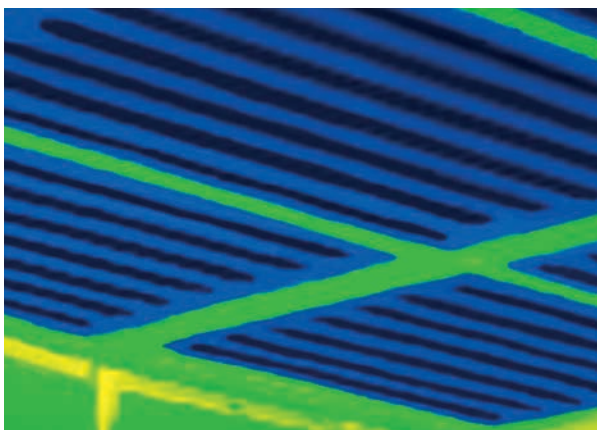
Diamètre extérieur du tube: 12 à 8 mm; pression de contrôle: 16 bars; qualité de l'eau: eau du réseau, propre et sans particules. Sur cette photo, le serpentin en cuivre est collé dans la plaque.

## Colle de transfert - high bond

Les rails conducteurs en aluminium sont appliqués de manière durablement élastique au dos des plaques de plafond en métal, en stricte conformité avec les techniques de collage s'y rapportant, cependant que grâce à des matériaux spéciaux, une transmission thermique pratiquement sans pertes est garantie.



Le contact direct entre la plaque de plafond et les rails thermoconducteurs, c'est-à-dire sans non-tissé entre les deux, garantit de surcroît une performance reproductible des plafonds froids pendant toute leur durée de fonctionnement.



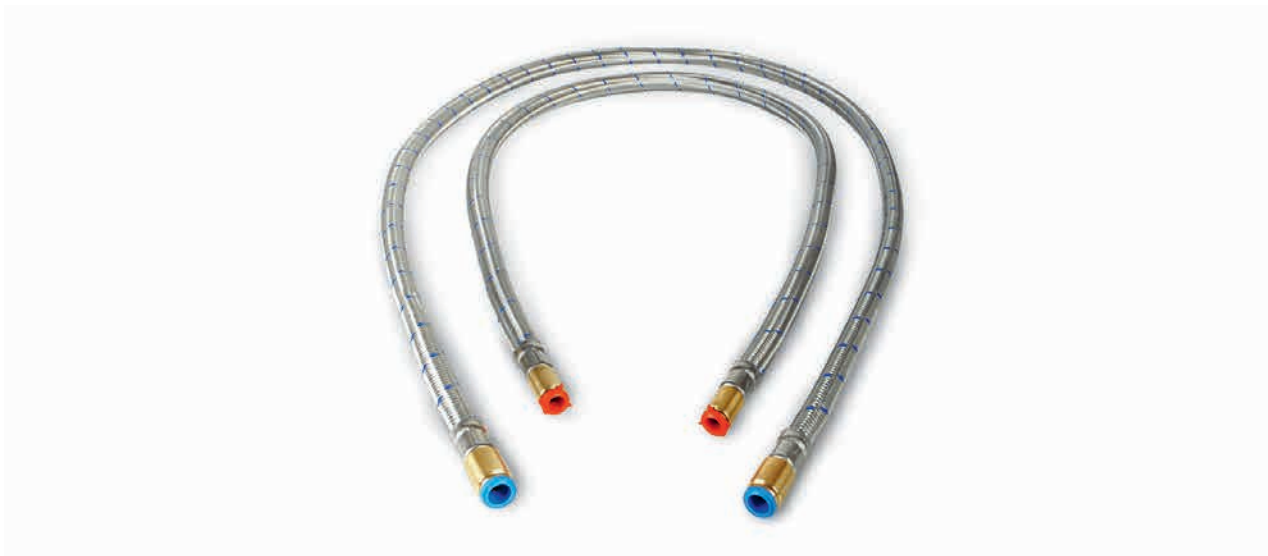
#### **Prestations**

Des plans de montage des plafonds froids sont réalisés par l'architecte en raison du design du plafond.

Lors de la mise en fonction et du contrôle du fonctionnement, l'afflux correct dans les différents circuits et les différentes zones est prouvé au moyen d'une caméra à infrarouges.

Dans les manuels de service et de maintenance (documents en révision), tous les plans d'exécution et les procès-verbaux des contrôles de fonctionnement seront documentés au moyen de photos.

# Qualité vérifiable grâce à une finition de haute qualité et des composants du système bien pensés



## Traitement et pressage des plaques en usine

L'utilisation conséquente de la technique d'assemblage de haute qualité, spécialement développée pour l'activation des plafonds froids, garantit une performance thermique régulière et constante de toutes les plaques de plafond froid, indépendamment du transport, du montage, des travaux de maintenance généraux dans la cavité du plafond et indépendamment de la durée de fonctionnement. Et ceci également dans des conditions ambiantes extrêmes.

Températures ambiantes:	-20 à 40 °C
Températures de l'eau:	jusqu'à 80 °C
Humidité de l'air:	jusqu'à 100 %

## Propriétés:

- résistant à l'action directe de l'eau (par ex. lors de travaux de nettoyage du plafond),
- résistant au rayonnement direct du soleil,
- résistant aux UV,
- résistant à l'effet de l'ozone.



Le traitement préalable des plaques et la colle utilisée sont appropriés pour toutes les surfaces de plaques et les perforations acoustiques, n'émettent aucune substance toxique et sont inodores.

## Flexibles de raccordement et d'accordement

Les flexibles de raccordement et d'accordement sont fabriqués à partir d'un mélange de caoutchouc EPDM et de butyle, et sont dotés d'une tresse en fil d'acier inoxydable A151304 tissée très serrée pour une protection mécanique supplémentaire.

Tous les flexibles sont étanches à la diffusion des gaz (identification grâce aux rayures bleues en polyamide dans la tresse). Jusqu'à 60 °C, la perméabilité à l'oxygène est inférieure à la valeur limite conformément à la norme DIN 4726.



Les deux extrémités des flexibles sont dotées d'un accouplement enfichable rapide, composé chacun d'une double bague profilée, d'une bague segmentée en acier à ressorts inoxydables qui s'accroche dans la rainure préfabriquée à l'extrémité du tube en cuivre ou dans le raccord fileté, d'une bague de démontage pour une solution simple de couplage comprenant une bague d'arrêt contre tout déclenchement involontaire du déverrouillage.



# Tous les systèmes de plafonds métalliques se prêtent à l'activation de plafonds froids.

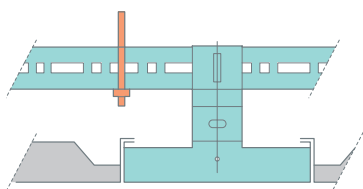
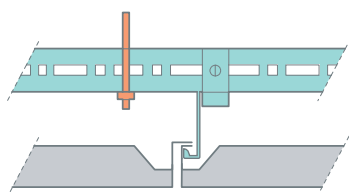
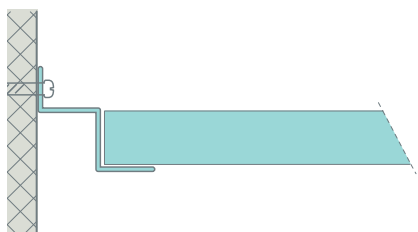
## Systèmes de plafond

Tous les variantes de montages et solutions détaillées connues pour le montage conventionnel de plafonds métalliques sont imaginables pour l'activation de plafonds froids: L'installation de luminaires et de capteurs de lumières, de raccords muraux, de tabliers, de haut-parleurs et de vidéoprojecteurs, de bouches à air, ainsi que de détecteurs d'incendie et d'installations d'arrosage peuvent également être intégrés dans le miroir de plafond.

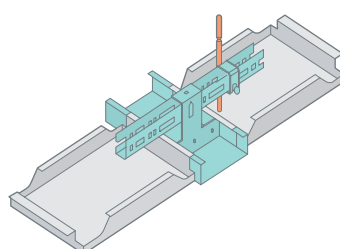
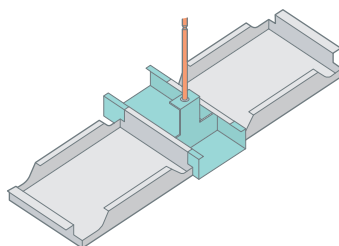
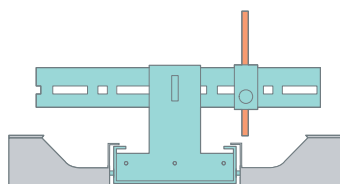
## Solution économique

L'accès à la cavité du plafond se fait par une plaque de plafond inactive. De surcroît, la longueur des flexibles de raccordement garantissent également l'ouverture de chacune des plaques de plafond froid. Ceci rend possible une large ouverture permettant l'accès aux composants nécessitant un entretien intensif. Les plaques actives sont équipées, sur demande, d'un dispositif à décrocher ou d'un dispositif rabattable.

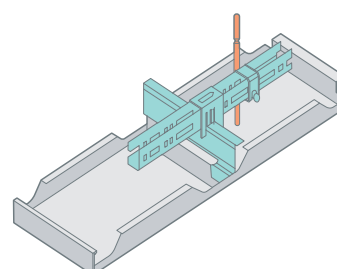
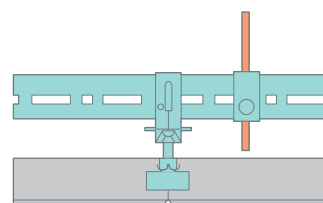
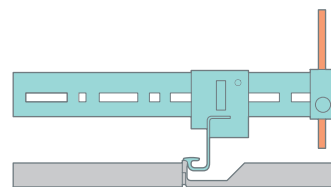
## Systèmes d'insertion



## Systèmes de cadres à bandes



## Cassettes carrées et systèmes de plaques rectangulaires

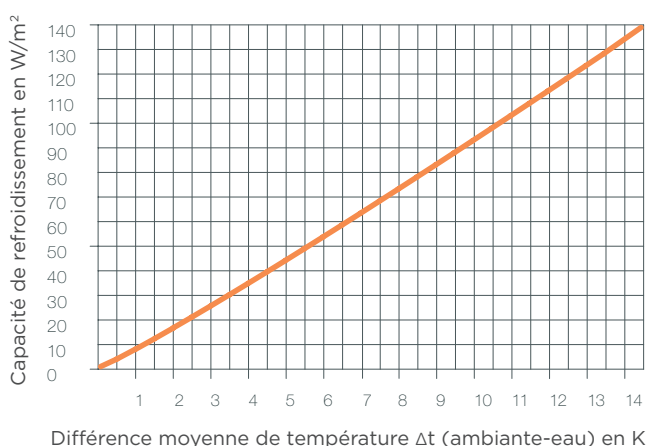




# Le plafond à refroidissement à eau A11 convainc par sa performance de refroidissement fiable et reproductible

## Plaques de plafond en tôles d'acier

Épaisseur du matériau: 0,7 mm avec rembourrage acoustique



Le diagramme montre les performances des plafonds froids en fonction de la température inférieure moyenne de l'eau de refroidissement par rapport à la température ambiante et en fonction du degré d'équipement (division de la WLS).

### Généralités sur les conditions de mesure:

- Pour des différences de température, entre la température ambiante et la température de retour de l'eau de refroidissement, inférieures à 6K, utiliser la différence de température logarithmique à la place de la différence de température arithmétique.
- Les performances de refroidissement se rapportent à des conditions normales conformément à la norme DIN 4715. Données de performance conformément à la norme EN 14240 sur demande !
- Les facteurs d'influence supplémentaires agissant sur la performance des plafonds froids, comme le mode d'alimentation en air, les charges extérieures (rayonnement solaire, chaleur de transmission, pertes de ventilation), la chaleur de l'éclairage, la hauteur de la pièce, le taux d'occupation des surfaces de plafonds froids, la géométrie et le type de sources de chaleur, ne sont pas pris en considération.

$$T_m = T_{amb} - (T_{ini} + T_{ret})/2$$

$T_m$  = différence moyenne de température en °K

$T_{amb}$  = température ambiante en °C

$T_{ini}$  = Température initiale in °C

$T_{ret}$  = Température de retour en °C

- Les performances données conformément à la norme DIN 4715 sont des valeurs qui se règlent également dans des conditions de fonctionnement défavorables.
- Des valeurs effectives qui prennent en compte chacune des conditions, sont disponibles sur demande.

### Valeurs correctives pour d'autres cas d'utilisation

La combinaison du plafond froid avec une introduction d'air frais dans la région du plafond provoque, en conséquence de l'écoulement forcé, une augmentation de la performance de refroidissement spécifique de la surface. La valeur de pourcentage exacte dépend de l'élément d'introduction d'air et de l'écoulement correspondant. L'influence de la hauteur de la pièce (hauteur de plafond) est prise en compte dans la relation suivante:

$$q = q_n * f_H$$

$q$  = performance de refroidissement spécifique de la surface pour la hauteur de la pièce H

$q_n$  = performance standard de refroidissement spécifique de la surface d'après le diagramme

$f_H$  = facteur correcteur de hauteur

Hauteur de la pièce (m)	2,40	2,70	3,00	3,30
Facteur $f_H$	1,046	1,000	0,954	0,913

### D'autres facteurs augmentant les performances sont:

- des zones de bordures ouvertes
- une température de plafond brut plus élevée, par ex. par suite de transmission
- de puissants dispositifs d'éclairage
- de hautes températures de façade





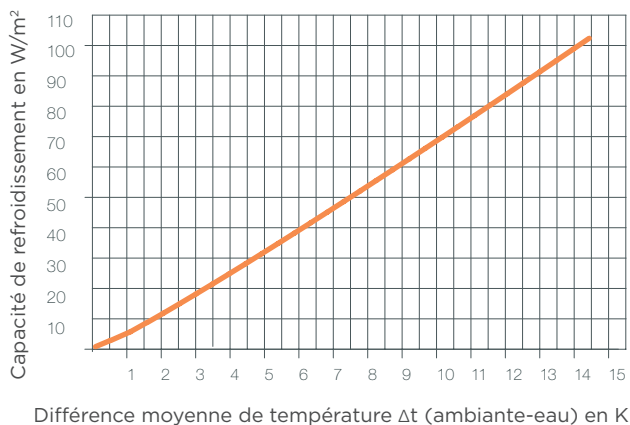
# Avec l'emploi d'un plafond à refroidissement à eau A11, on peut remplacer le chauffage statique

Les plafonds froids agencés de manière vaste se prêtent particulièrement bien au chauffage. Pour qu'il n'y ait pas de perte de confort, la façade doit présenter de bonnes propriétés d'isolation thermique.

Selon la géométrie de la pièce et de la façade, les coefficients de transfert de chaleur nécessaires sont inférieurs à  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  afin qu'aucun courant d'air froid n'influence le confort thermique.

## Plaques de plafond en tôles d'acier

**Épaisseur du matériau: 0,7 mm avec rembourrage acoustique**



## Pour une puissance calorifique optimale

L'appariement et la répartition des circuits d'eau, le mode de régulation (Change-Over, séquentielle) et le choix de l'introduction d'air frais sont également importants pour le fonctionnement général des plafonds chauffants / froids.

Le diagramme ci-contre montre la puissance calorifique d'un plafond métallique fait de tôles d'acier, d'une épaisseur de 0,7 mm, avec une répartition des rails thermoconducteurs de 150 mm.

Conformément à la norme DIN, l'asymétrie de rayonnement sur le lieu de travail ne doit pas dépasser 3,5 K. L'asymétrie résulte de la façade froide et de la surface chaude du plafond. Pour une température de surface de façade de par ex.  $17^\circ\text{C}$  et une température de surface de plafond de  $35^\circ\text{C}$ , ainsi que d'une température murale de  $23^\circ\text{C}$ , ces critères sont remplis.



# Utilisation optimisée du plafond froid grâce à un voile de plafond froid (îles thermiques)

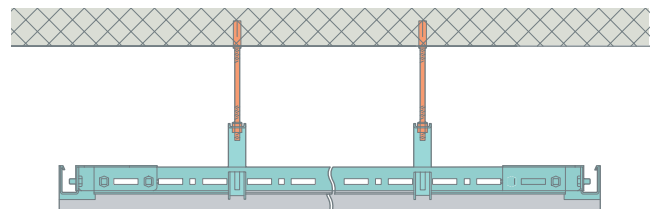
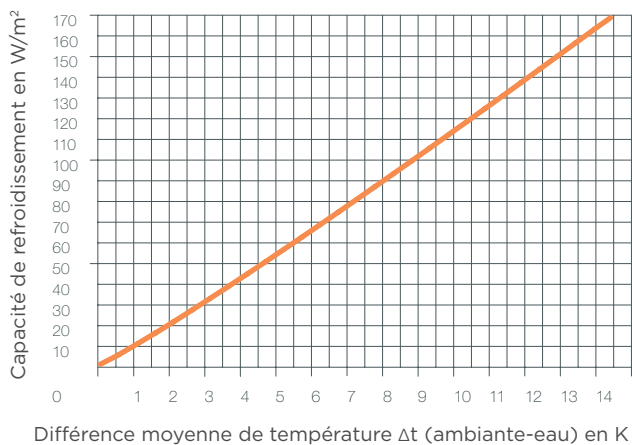
Des champs de plafonds froids / chauffants suspendus représente un mode d'utilisation hautement efficace des plafonds froids.

La capacité d'accumulation thermique de la masse du bâtiment est, pour ce type de construction, directement impliquée et permet la réduction de la performance installée. Les coûts d'investissement et les frais d'exploitation sont nettement moindres.

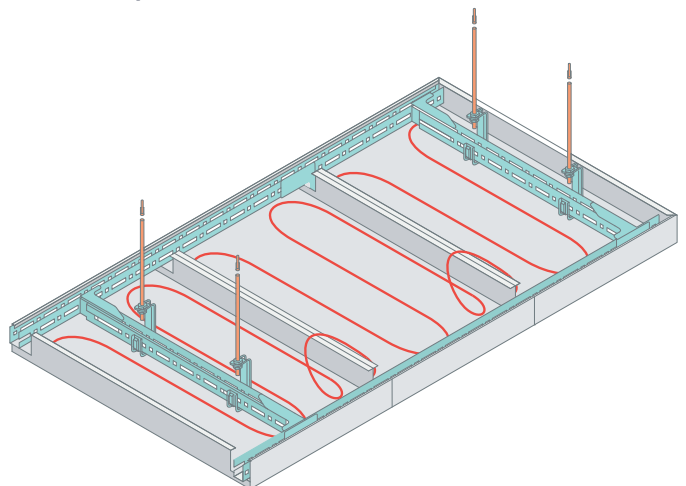
La performance du plafond froid en fonction de la surface augmente de surcroît grâce à la surface supplémentaire d'échange thermique au dos du voile. De ce fait, la surface active nécessaire de plafond froid diminue également.

## Voile de plafond en tôle d'acier

Épaisseur du matériau: 0,7 mm avec renforcement acoustique



## Voile de plafond





# Confort acoustique grâce à une haute absorption acoustique

Dans les bureaux, un revêtement à absorption acoustique ciblée des surfaces entourant les pièces permet une adaptation de la durée de réverbération à chacun des besoins. Une surface très importante pour cela est le plafond suspendu.

La surface de plafond absorbante à prendre en compte est la surface perforée avec en arrière-plan un matériau isolant acoustique.

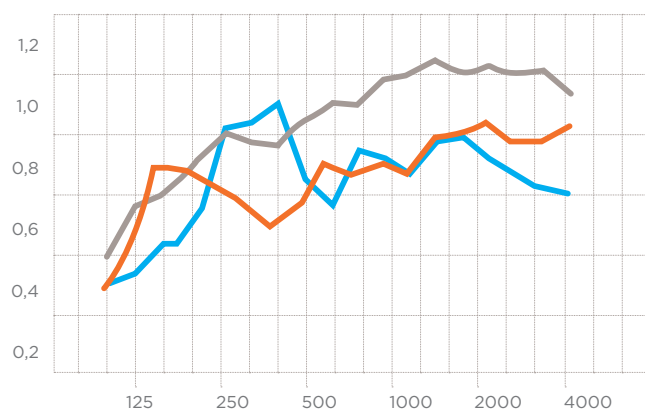
Le diagramme ci-contre montre le degré d'absorption acoustique en fonction de la fréquence pour une version de dalle de plafond courante:

- ▮ dalle de plafond en acier 0,7 mm
- ▮ perforée avec des trous de diamètre 2,5 mm et une fréquence de 16 %
- ▮ non-tissé acoustique

Les facteurs ayant une influence primordiale sur l'absorption acoustique sont:

- ▮ le matériau des dalles de plafond et le choix de la perforation acoustiquement efficace,
- ▮ les propriétés physiques des matériaux isolants, la conception (géométrie) du plafond.

## Coefficient d'absorption acoustique statique selon ISO



- Non-tissé acoustique 61 g/m<sup>2</sup>
- Natte acoustique 25 kg/m<sup>3</sup>, 15 mm côté visible avec un non-tissé noir en fibres de verre, dos recouvert d'un film en aluminium
- Natte acoustique 60 kg/m<sup>3</sup>, 40 mm côté visible avec un non-tissé noir en fibres de verre, dos recouvert d'un film en aluminium



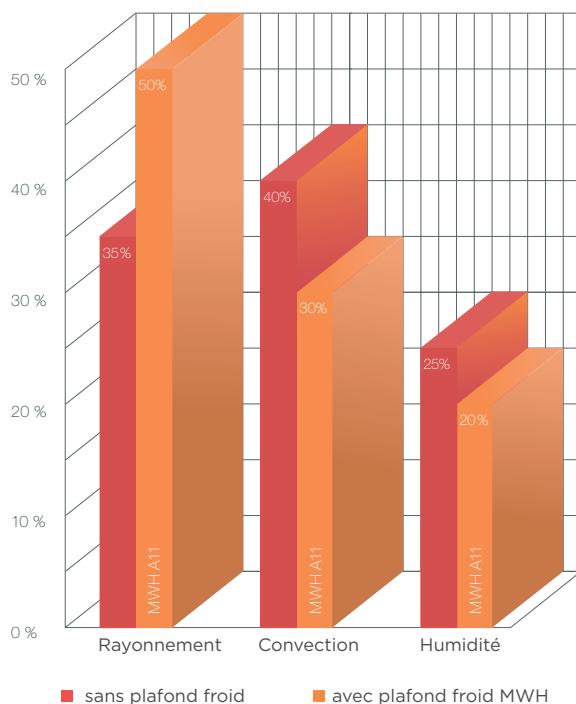
# Rayonnement: le principe de l'absorption de chaleur pour système de plafonds à refroidissement à eau A11

Les plafonds froids rayonnants créent dans les pièces avec grandes charges de chaleur, un haut confort thermique et une absence de courant d'air. L'échange de chaleur par rayonnement réduit grandement les déplacements convectifs de l'air ambiant et veille à un environnement confortable répondant aux besoins humains. La figure ci-après montre clairement la différence dans la cession de chaleur de l'homme avec et sans l'emploi du plafond froid rayonnant.

## Rayonnement thermique

Par rayonnement thermique, on entend l'énergie qui est cédée par les corps au moyen d'ondes électromagnétiques dans une plage de 0,02 à 800  $\mu\text{m}$ . Pour le rayonnement global émis par unité de surface et par unité de temps s'applique la loi de Stefan-Boltzmann. Les corps solides absorbent le rayonnement non réfléchi avec une telle intensité, que des couches de quelques centièmes de millimètres d'épaisseur ne laissent déjà plus passer les rayonnements. On parle alors du rayonnement de surfaces techniques. Le tableau suivant montre les coefficients d'émission des différentes surfaces.

## Rayonnement thermique du corps humain

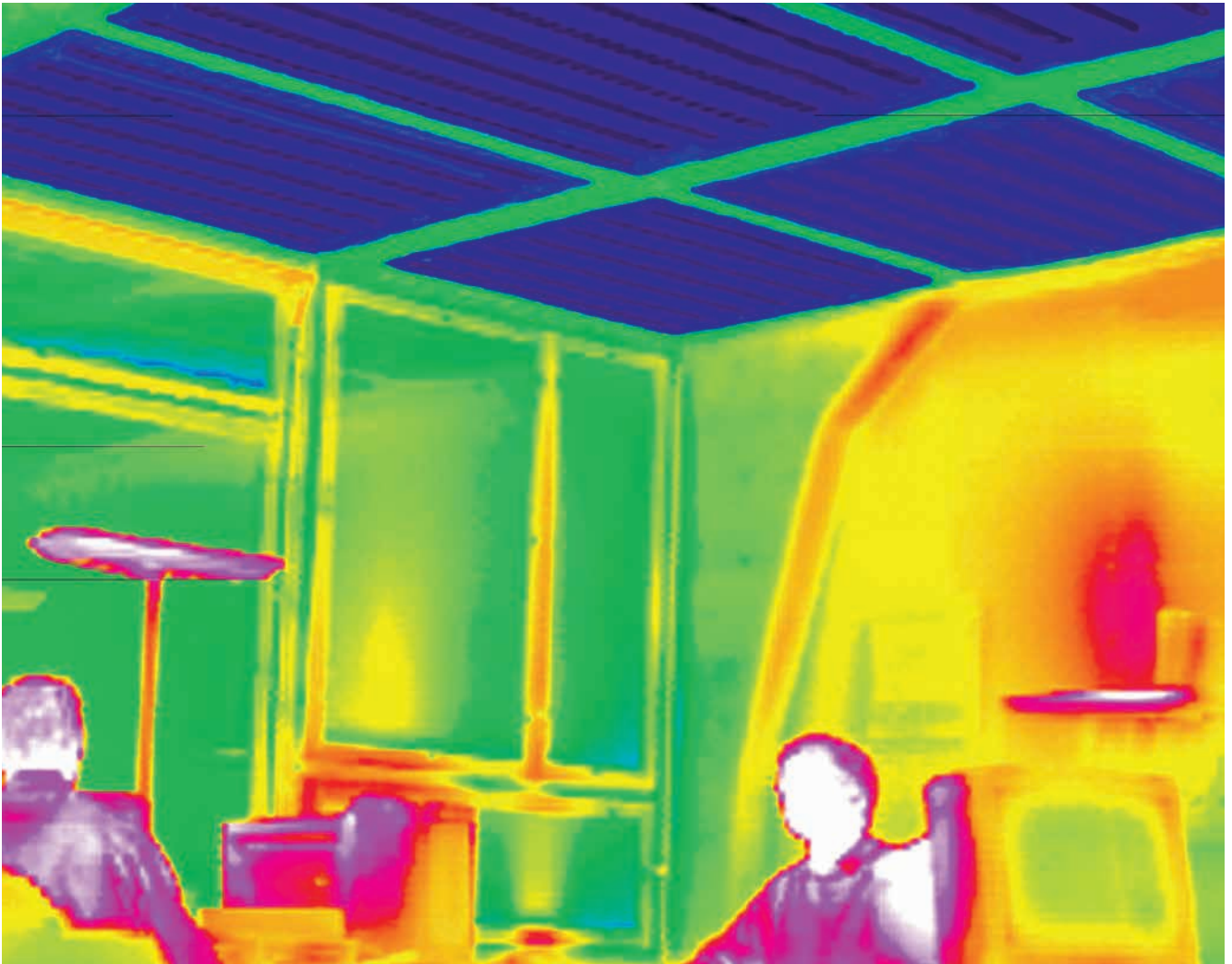


## Surface Rapports d'émission

Corps noir absolu	1,00
Tuile en pierre, mortier, enduit, plâtre	0,93
Bois (hêtre)	0,49
Papier	0,92
Carreaux de faïence (blancs)	0,87
Porcelaine	0,94 - 0,99
Verre	0,94
Argile, cuite	0,91
Béton	0,94 - 0,99
Aluminium, tôle nue	0,04
Fer, acier, brut	0,75 - 0,81
Fer, acier, poli	0,24 - 0,45
Fer, acier, zingué mat	0,08
Fer, acier, zingué	0,22 - 0,28
Cuivre, gratté	0,07
Cuivre, oxydé noir	0,78
Laiton, poli	0,05
Laiton, bruni	0,42
Couche de bronze/aluminium	0,20 - 0,40
Peinture de radiateur	0,93
Couche de peinture à l'oxyde rouge	0,93
Peintures à l'huile	0,88 - 0,97
Thermopoudrage des plafonds froids MWH	0,90 - 0,95







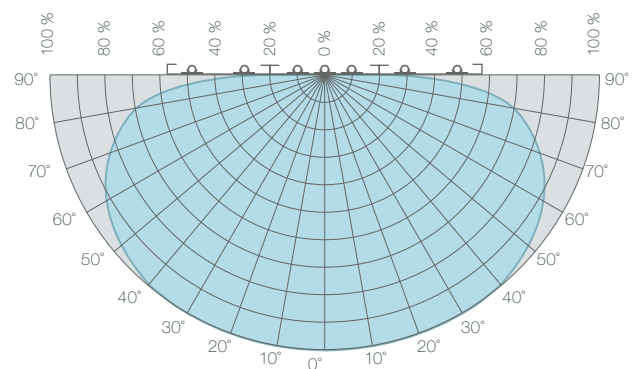
La construction particulière des plafonds froids MWH et le choix des matériaux, donnent une combinaison thermoconductrice optimale entre le tube d'alimentation en eau et la surface de plafond côté pièce. La température minimale répartie sur toute la surface qui se régularise et la couche de surface de haute qualité ( $e = 0,90 \dots 0,95$ ) permettent l'absorption de la chaleur avec la majorité du rayonnement, notamment entre 60 et 70%. L'absorption des infrarouges mettent en évidence techniquement le rayonnement thermique en rapport avec des surfaces froides et chaudes fixes.

La figure ci-contre montre la distribution directionnelle du rayonnement thermique du plafond froid MWH. Un élément de surface absorbe l'énergie radiante de toutes les directions.

### Grand recouvrement de surface

Jusqu'à un angle de  $50^\circ$ , l'énergie radiante absorbée est indépendante de l'angle. Pour un angle de  $75^\circ$ , l'énergie radiante absorbée est toujours de 78% par rapport aux surfaces normales. L'avantage essentiel du plafond froid rayonnant MWH en résultant: le grand recouvrement de surface.

### Distribution directionnelle du rayonnement thermique



### Encastrement hydraulique

Dans la planification du réseau de distribution de l'eau de refroidissement, veiller à ce que la circulation de l'eau se fasse à travers les zones de refroidissement à partir de la façade de fenêtre en allant vers la zone intérieure de la pièce. Grâce à la grande surface de la section des tubes de plafonds froids d'écoulement d'eau, les dalles de plafond actives d'un axe de fenêtre peuvent en général être montées en série.

### Zones de refroidissement connectées entre elles de manière optimale:

Les raccords d'eau du circuit d'eau froide se font en fonction de la répartition des pièces ou de zones. Pour les bureaux paysagers ou les vastes zones veiller à ce que les zones de refroidissement soient connectées entre elles avec un nombre identique de dalles de plafond actives en série (répartition régulière de l'eau)

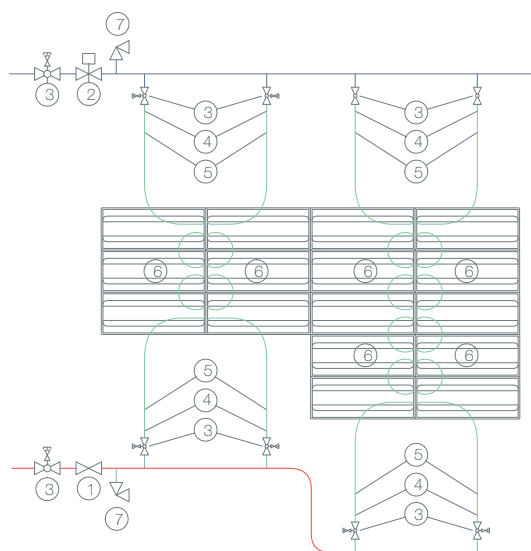
### Découplage par robinets à boisseau sphérique

Il est fondamentalement conseillé de séparer du circuit central d'eau les différentes zones de refroidissement pour l'arrivée et la sortie de l'eau de refroidissement au moyen de robinets à boisseau sphérique. Les avantages de ce type d'installation qui a fait ses preuves, se font remarquer lors de la mise en service et pour des interventions ultérieures dans le système de plafonds froids: Ainsi, le circuit d'eau principal peut être d'un côté purgé avec les robinets à boisseau sphérique fermés et l'étanchéité contrôlée, d'un autre côté, il est possible de réaliser des modifications ultérieures ou des extensions dans la zone de refroidissement sans avoir à arrêter ou à purger l'installation complète.

### Refroidissement sur mesure

Dans le cas de charges de chaleur variables internes et externes, la performance du plafond froid est adapté avec l'aide d'une régulation par pièce. Normalement cela se fait par étranglement de la quantité d'eau. La quantité d'eau minimale contenue et le choix des matériaux du plafond froid MWH garantissent une réaction rapide aux variables perturbatrices et atteignent ainsi de bonnes propriétés régulatrices, absolument comparables

### Schéma de principe



- 1 Vanne d'étranglement
- 2 Vanne de régulation
- 3 Robinet à boisseau sphérique d'arrêt avec/ sans purge/vidange
- 4 Raccord fileté
- 5 Flexible de raccordement avec accouplement enfichable rapide
- 6 Flexible d'accouplement avec accouplement enfichable rapide
- 7 Vanne de purge et vanne de vidange

# Brève description de la régulation des plafonds froids et le management de la condensation

## Température ambiante constante

Pour le logarithme de régulation, il est préféré une l'action à deux termes avec une bande proportionnelle de 1°K et un temps de retour de 10 minutes. De grandes variations de charges se laissent ainsi corriger rapidement et durablement. Une dérivation de la température ambiante portant atteinte au confort est évitée.

## Pour une boucle de régulation stable

La pose de vannes de plafonds froids est importante pour la stabilité de la boucle de régulation. Une autorité de vanne de régulation de 0,5 à 1 devrait être atteinte. Ceci signifie que la chute de pression avec vanne entièrement ouverte devrait correspondre 0,5 à 1 fois la perte de pression du circuit de plafonds froids. Afin d'éviter des dépôts dans la vanne, ne pas poser d'armatures avec une valeur Kvs inférieure à 1,0 m<sup>3</sup>/h. Dans le cas où plusieurs vannes sont posées dans une zone de réglage, veiller à ce qu'elles fonctionnent en parallèle.

En alternative à la vanne continue, il est possible d'utiliser des vannes thermiques ouvertes/fermées. Pour cela, à la place du levage, l'heure d'ouverture est utilisée comme valeur de réglage et les commandes thermiques sont régulées au moyen d'une modulation d'impulsions en largeur (pause d'impulsions). La durée du cycle est de 15 min. C'est-à-dire qu'en cas de besoin, la vanne est ouverte pendant 4,5 min. de 30% à 100% puis les 10,5 min restantes de nouveau complètement fermée. Du fait de la chaleur contenue dans le système de plafonds froids, les variations de températures seront amorties sur la surface de telle sorte, qu'elles n'exercent aucune influence sur la température ambiante.

La commande au moyen de la modulation d'impulsions en largeur garantit en outre l'exactitude du fonctionnement parallèle des différentes vannes dans une zone de régulation car la durée du cycle est avec 15 min nettement supérieure à la durée de fonctionnement des commandes.

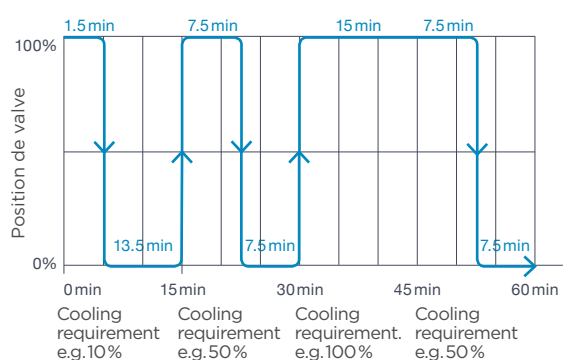
## Management de la condensation

Pour exclure le risque de condensation, la température initiale centrale doit être supérieure au point de condensation de chaque pièce. Il faut s'en assurer par un pré-réglage conséquent de la température initiale. Pour éliminer toute éventualité d'une condensation involontaire, il est conseillé d'utiliser des détecteurs de condensation comme élément de sécurité par zone de réglage. En cas de risque de condensation, les vannes de refroidissement seront fermées et ainsi, la circulation de l'eau de refroidissement coupée. En option, un chauffage statique, ainsi qu'un système VRV en séquence (bande d'énergie nulle par ex. 1°K) vers le plafond froid.

## Vastes zones de réglage possibles

Puisque le plafond froid couvre une large surface, une large division des zones est conseillée pour des bureaux paysagers. Si l'agencement du bureau le permet, des zones de réglage de 70 à 130 m<sup>2</sup> peuvent très bien être créées.

Aperçu besoin en refroidissement





**MWH Suisse SA**  
Rue de Bourgogne 25  
Case postale 392  
CH-1211 Genève 13

**MWH Swiss AG**  
Geerenstrasse 10  
CH-8304 Wallisellen