



U4X SYSTÈME HYBRIDE

Le système de plafond rayonnants multifonctionnel avec inclusion de la masse du bâtiment

"Feel good inside" telle est notre promesse

Nous conseillons nos partenaires à chaque phase de la construction – de la première ébauche à la mise en service. Durant la phase de conception de votre projet, nous mettons à votre disposition des documents pour la planification durable du bâtiment, des recommandations sur les systèmes à basse consommation d'énergie et des devis pour les différentes solutions.

Lors de l'élaboration de votre concept de bâtiment, nous vous aidons à définir le climat ambiant répondant aux exigences des utilisateurs en matière de confort intérieur.

Nos plafonds climatisés convainquent par leur efficacité énergétique élevée qui permet, pour le rafraîchissement, de sélectionner des températures système (eau, air) plus élevées qu'avec des systèmes conventionnels. À l'inverse, pour le chauffage, il est possible de sélectionner des températures système plus basses. Des avantages qui permettent de réaliser des économies d'énergie particulièrement substantielles sur toute la durée d'exploitation de l'installation.

Un autre avantage est le confort intérieur. Dans les pièces chauffées et rafraîchies au moyen de plafonds climatisés, le bien-être est au rendez-vous : finis les courants d'air, la chaleur et le froid rayonnants sont ressentis comme très naturels et agréables.

- **Une aide compétente à chaque phase du projet** : nous mettons notre compétence à votre service
- **Des systèmes flexibles** qui peuvent être adaptés individuellement aux diverses exigences de votre projet
- **Une mise en œuvre efficace** dont vous profitez, car le temps est un facteur financier important

Nous nous ferons un plaisir de vous accompagner dans vos projets !

U4X Système hybride

Intégration efficace

Novembre 2025

SOMMAIRE

Les fonctions du système hybride U4X	6
Aspects esthétiques.....	8
Construction et dimensions.....	10
Rafrâichir	12
Connexion de masse du bâtiment.....	14
Chauffer.....	16
Courant d'air sur parois froid.....	17
Diffusion et reprise d'air	18
Acoustique	20
Intégrations	21
Raccordement hydraulique.....	22
Régulation	23
Utilisation fonctionnelle du produit	24
Paramètres d'étude	25

Symboles

Eau



Rafrâichissement/chauffage



Acoustique



Intégrations



Inclusion de la masse du bâtiment



Absence de courant d'air



Confort ambiant optimal avec le système hybride U4X

Un climat intérieur optimal – c'est-à-dire une température agréable sans bruit ni courant d'air. On se sent simplement bien dans la pièce et peut se concentrer sur son travail – que ce soit au bureau, dans la salle de conférence ou en toute détente dans la chambre d'hôtel.

Nos systèmes de plafonds climatiques utilisent l'eau comme vecteur d'énergie. L'eau est notre source de vie naturelle et ses propriétés en tant que fluide de chauffage et de refroidissement offrent la possibilité de chauffer ou de rafraîchir chaque espace de manière efficace selon les besoins.

Grâce au principe de rayonnement, les systèmes de plafond tempèrent les surfaces de la pièce sans créer de courant d'air. Ce principe permet de maintenir les températures de l'eau et de l'air légèrement plus basses en mode chauffage et légèrement plus élevées en mode refroidissement que dans les systèmes conventionnels, tout en réduisant significativement la consommation d'énergie. La température ressentie dans la pièce est perçue comme très confortable.

Le système hybride U4X est un système de plafond rayonnant multifonctions, idéal pour satisfaire aux exigences croissantes de tout bâtiment moderne. La particularité du système U4X est l'intégration de la masse du bâtiment grâce à l'exploitation directe du béton. Cela permet d'obtenir une capacité de stockage thermique dans la masse, complémentaire à la capacité de rafraîchissement classique de l'air et de l'eau, tout en nécessitant un encombrement minimal grâce à son installation directement sous la dalle. Cette approche contribue à réduire considérablement les coûts d'exploitation et des émissions de CO₂.

« Le meilleur climat intérieur pour les personnes et l'environnement »



Les fonctions du système hybride U4X

Intégration efficace

De par sa multifonctionnalité, le système hybride U4X garantit le confort, quel que soit l'environnement. Grâce à sa remarquable flexibilité, il s'intègre dans chaque pièce et peut être doté de diverses fonctions complémentaires.



Rafrâichir / Chauffer

L'utilisation intensive de l'espace est un véritable challenge pour le rafraîchissement. Le système hybride dissipe efficacement les charges thermiques internes et externes, ce qui assure un bon confort thermique. Le chauffage à réaction rapide et qui peut être régulé avec précision garantit de la même manière le confort dans les bureaux individuels, les bureaux paysagers et les salles de réunion. Le maintien à la température ambiante souhaitée augmente les performances des employés.



Connexion de masse du bâtiment

Selon le principe du système de composants thermoactifs, les modules rafraîchissant hybrides incorporent la masse de stockage pour la dissipation de la charge thermique dans le concept thermique global du local. Il en résulte une baisse significative des coûts d'exploitation et des émissions de CO₂.



Compensation courant d'air sur parois froid

Les grandes surfaces vitrées de même que la tendance aux façades en verre entraînent des courants d'air froid dans la zone de la façade, qui se ressentent aux courants d'air désagréables et qui altèrent les conditions de travail. Ce phénomène perturbateur se laisse facilement compenser par l'effet de rayonnement des modules rafraîchissant hybrides.



Diffusion et reprise d'air

Les systèmes hybrides dans le cadre de leur fonction de diffusion et de reprise d'air respectent des exigences élevées en matière d'esthétique et de confort thermique. La diffusion de l'air frais dans la pièce n'est pas conçue pour être visible, mais de façon à garantir en permanence une entrée d'air sans aucun courant d'air et avec une efficacité de ventilation élevée dans les valeurs limites normatives.



Acoustique

La disposition horizontale et le grand format de la surface d'absorption acoustique fournissent une bonne acoustique spatiale pour les différentes conditions d'utilisation.



Intégrations

Les éléments d'éclairage dans les variantes les plus diverses, les détecteurs de fumée ou les sprinklers s'intègrent aisément et en toute flexibilité dans les systèmes hybrides.



Aspects esthétiques

Perforation

Au-delà de son effet esthétique et conceptionnel, la perforation possède également des propriétés acoustiques. Les perforations ci-après sont disponibles en standard :

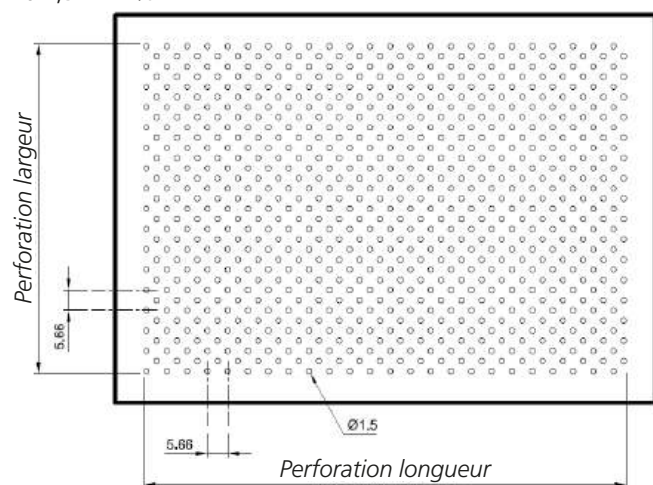
- Rg 1,5 – 11 %, perforation ronde en ligne
- Rd 1,5 – 11 %, perforation ronde en diagonale
- Rd 1,5 – 22 %, perforation ronde en diagonale

Structures de perforations non standard sur demande.

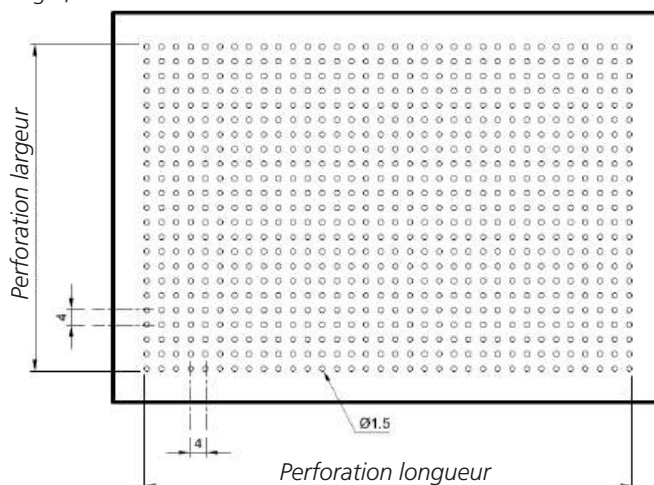
Couleurs

Il n'y a presque aucune limite au choix des couleurs. RAL9010 est utilisée comme couleur standard. Toutes les couleurs du nuancier RAL sont toutefois disponibles. Des couleurs NCS sont également possibles sur demande. L'utilisation de couleurs métallisées peut donner lieu à des pertes de performances du fait du taux de réflexion.

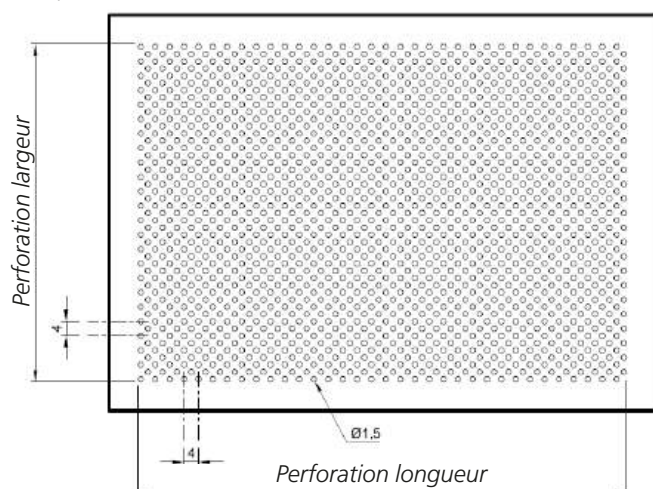
Rd 1,5 – 11 %

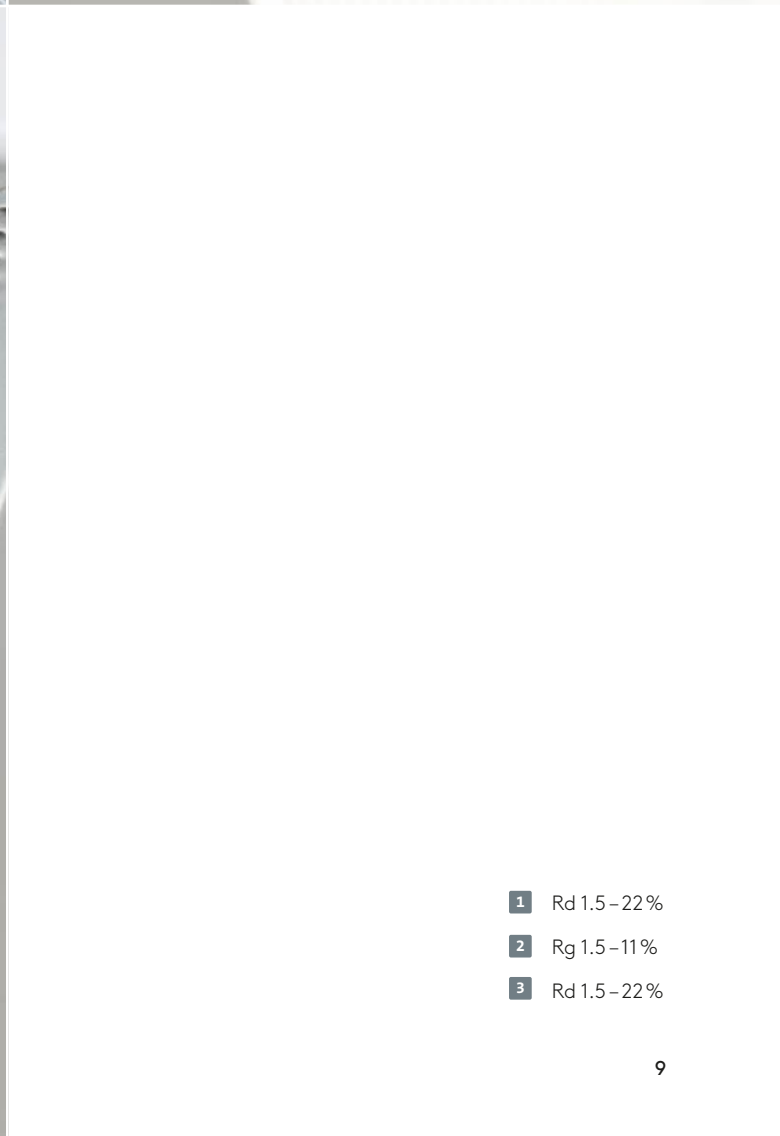


Rg 1,5 – 11 %



Rd 1,5 – 22 %





- 1 Rd 1.5–22%
- 2 Rg 1.5–11%
- 3 Rd 1.5–22%

Construction et dimensions

Construction

Structure

La construction des modules rafraîchissant hybrides comporte quatre éléments principaux :

- L'inclusion de la masse de stockage qui permet des performances plus élevées,
- Le cadre pour la facilité de montage du module,
- L'alimentation en fluides qui permet un raccordement simple et dissimulé,
- L'insert acoustique pour garantir le plus grand confort en matière de temps de réverbération,
- L'interaction des registres de chauffage/rafraîchissement et des panneaux de plafond assure d'excellentes performances.

Dans l'ensemble, la construction se caractérise par une très petite hauteur de construction, ce qui s'avère être un avantage important, surtout en rénovation.

Hauteur

La hauteur standard du module est de 75 mm seulement. Dans le cas d'applications spéciales (p. ex. éléments à encastrer comme les sprinklers et les éclairages), la hauteur de construction des modules peut atteindre 125 mm.

Longueur

La longueur du module est égale à la longueur de panneau multipliée par le nombre de panneaux. La longueur maximale de panneau est de 2 500 mm. Cinq panneaux maximum sont utilisés par module, ce qui donne une longueur maximale de 12,5 m par module rafraîchissant hybride. Des constructions spéciales de plus de 12,5 m sont réalisables sur demande.

Largeur

Les largeurs des modules sont standardisées par incrément de 10 mm, elles peuvent varier dans une plage de 400 à 1200 mm. Modules de plus grande largeur sur demande.

Classification

Le système hybride U4X satisfait aux exigences de la classe de sollicitation B selon la norme DIN EN 13964, Tableau 7/8 (corrosion).

Les panneaux de plafond et les sous-structures correspondent aux prescriptions de qualité TAIM®.

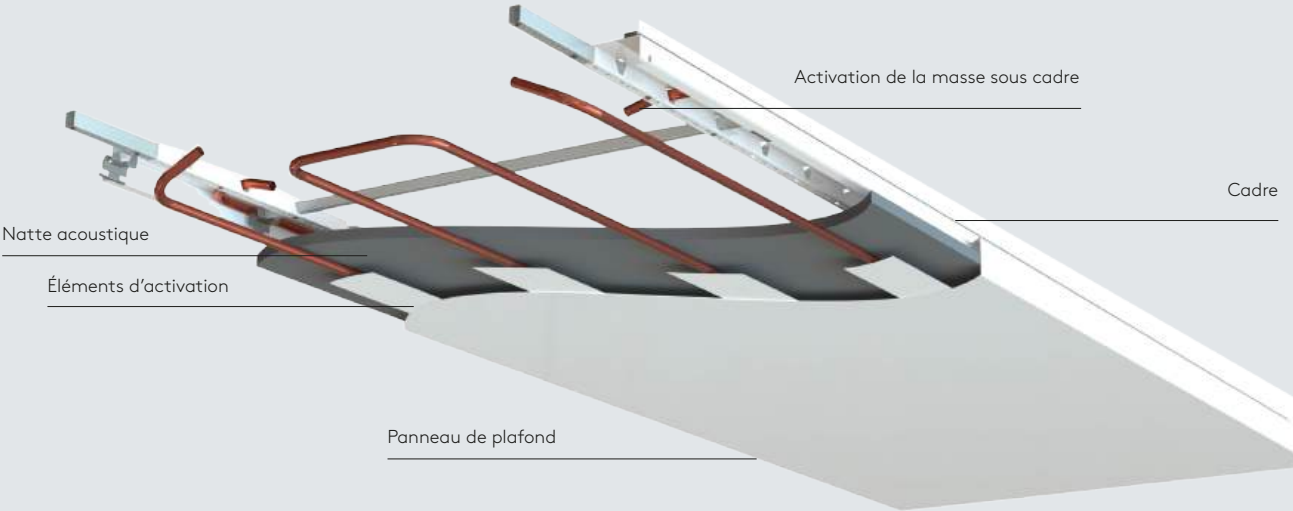
La construction à circulation d'air respecte les normes en matière d'hygiène (VDI 6022, SICC VA104-01 et DIN EN 16789).

Dimensions du module

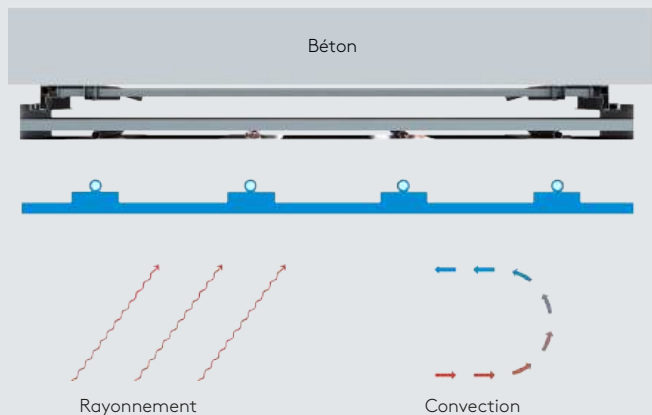
Hauteur du module	Largeur du module	Longueur de panneau	Panneaux par module	Longueur du module
min. 800 mm	min. 400 mm	min. 75 mm	min. 1	min. 1000 mm
max. 3000 mm	max. 1200 mm	max. 125 mm	max. 5	max. 12500 mm

Dimensions spéciales sur demande

U4X Système hybride

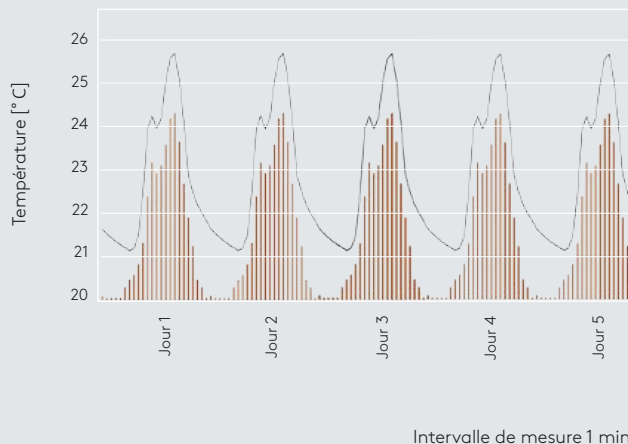


Rafrâchir (Fig. 1)



Courbe de température dans le local en fonctionnement à pleine charge (Fig. 2)

dans le respect des critères de confort selon SIA 382/1:2014



Mode confort (diurne)

La performance conceptionnelle du plafond rafraîchissant est basée sur trois performances partielles :

Performance de rafraîchissement des panneaux de plafond

La surface active du module (SM) absorbe directement la chaleur du local par rayonnement et convection et reste hautement efficace même en présence de faibles écarts de température (eau de refroidissement du local). Le choix du matériau, l'aluminium pour les rails thermoconducteurs et le cuivre pour les pièces avec circulation d'eau, assure une température de surface de plafond uniforme.

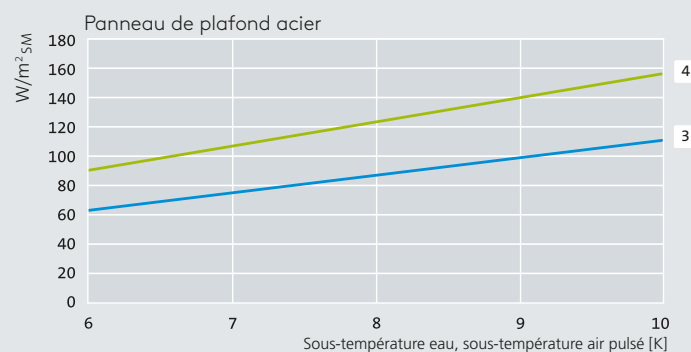
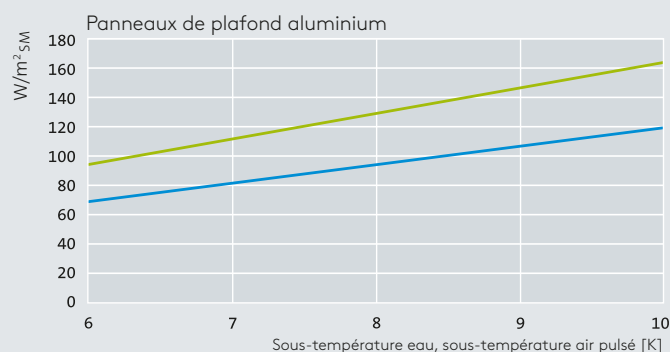
Performance de rafraîchissement de l'air

Outre la performance de rafraîchissement du panneau de plafond, celle de l'air déterminée par le volume d'air et l'écart de température entre l'air pulsé et l'air repris doit également être prise en compte.

Performance de stockage de masse

En plus de la performance de rafraîchissement du panneau de plafond et de celle de l'air, il résulte de la liaison de la masse du bâtiment une performance supplémentaire, dite de stockage de masse, qui est stockée dans le béton pendant la journée pour être déchargée au cours de la nuit. Cette performance est fonction du type d'espace (bureau paysager ou individuel).

Performance de rafraîchissement hybride (Fig. 3)



Panneaux de plafond aluminium :

- 1 Performance de rafraîchissement panneaux de plafond / de stockage de masse [$\text{W/m}^2 \text{ SM}$]
- 2 Performance de rafraîchissement panneaux de plafond / de stockage de masse / et de l'air [$\text{W/m}^2 \text{ SM}$] (débit volumique spécifique = $6 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \text{ SS}$)

Panneau de plafond acier :

- 3 Performance de rafraîchissement panneaux de plafond / de stockage de masse [$\text{W/m}^2 \text{ SM}$]
- 4 Performance de rafraîchissement panneaux de plafond / de stockage de masse / et de l'air [$\text{W/m}^2 \text{ SM}$] (débit volumique spécifique = $6 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \text{ SS}$)

Courbe de température selon SIA 382/1: 2014 (21–26,5 °C)

Dimensionnement rafraîchissement

En mode confort (diurne), la performance de rafraîchissement totale d'un plafond rafraîchissant hybride est basée sur celles du panneau de plafond, de l'air et de stockage de masse. Il s'agit de la grandeur caractéristique de conception pour la dissipation de la charge de rafraîchissement du local calculée conformément à SIA 382/2.

Le module rafraîchissant hybride est conçu à l'aide de simulations dynamiques qui fournissent la sécurité de conception nécessaire. Le dimensionnement s'appuie sur des bilans énergétiques basés sur des mesures de laboratoire approfondies.

Pour le dimensionnement des systèmes de plafonds climatiques, nous utilisons notre logiciel spécialement programmé à cet effet, « Clim@Tool » spécialement programmé dans ce but et développé en collaboration avec l'Université des Sciences Appliquées (Rapperswil, Suisse) et avec le soutien d'Innosuisse, l'agence suisse pour la promotion de l'innovation.

Dans le cas des plafonds rafraîchissants conventionnels uniquement suspendus, les charges thermiques sont dissipées directement par la performance de rafraîchissement du plafond rafraîchissant. Les circuits d'eau et le plafond rafraîchissant doivent par conséquent être dimensionnés à 100 % des charges thermiques les plus élevées.

Les modules rafraîchissant hybrides ont le grand avantage de pouvoir rafraîchir la masse de stockage en dehors des heures de bureau (la nuit). En conséquence, le plafond en béton peut absorber l'excès de chaleur pendant la journée. Outre le grand avantage des économies d'énergie dues à la possibilité de fonctionnement en free-cooling (refroidissement naturel), le deuxième avantage majeur des modules

rafraîchissant hybrides réside dans le dimensionnement plus faible de la production et de la distribution d'énergie frigorifique. Il suffit de les calculer à environ 70 % de la charge thermique la plus élevée. Le registre de rafraîchissement est dimensionné à env. 80 % de la courbe caractéristique 1 (Fig. 3).

Comme les charges thermiques sont éliminées à des moments différents, il n'est possible de dimensionner ces systèmes de manière précise que sur la base d'essais en laboratoire et de simulations complexes. La conception se base sur des bilans énergétiques. La somme d'énergie thermique reçue par un local pendant 24 heures est identique à la somme d'énergie dissipée au cours de la même période. La performance de rafraîchissement dynamique du système résulte de la quantité totale d'énergie dissipée sur 24 heures divisée par la durée d'utilisation du bureau (10 heures par ex.). Ce type de calcul est très précis pour une durée d'utilisation de 10 à 14 heures. Pour une durée d'utilisation du bureau plus longue, l'inertie du béton a un effet négatif (processus de chargement/déchargement). Dans ce cas, il faut avoir recours à une conception statique.

La figure 3 montre la performance de rafraîchissement dynamique pour une durée d'utilisation du bureau de 10 heures. Pour les panneaux de plafond en aluminium, la performance de rafraîchissement des panneaux de plafond et de stockage de masse est de $101 \text{ W/m}^2 \text{ SM}$ (VL 16 °C) à 8,5 K. La performance totale de rafraîchissement côté eau et air est de $139 \text{ W/m}^2 \text{ SM}$ (VL 16 °C, ZUL 18 °C et $6 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \text{ SM}$). Dans le cas de panneaux de plafond en acier, les valeurs obtenues légèrement plus basses sont égales à $92 \text{ W/m}^2 \text{ SM}$ et $130 \text{ W/m}^2 \text{ SM}$. Les valeurs indiquées s'appliquent à une largeur de module de 700 mm. La performance de stockage de masse diminue pour les modules de plus grande largeur.

Connexion de masse du bâtiment

Connexion de masse du module hybride U4x (Fig. 4)



Courbe de température dans le béton à la fin de la nuit
bleu = surface d'activation rafraîchie (Fig. 5)



Courbe de température dans le béton à la fin de la journée (Fig. 6)



Le système hybride U4X peut être utilisé comme système de stockage d'énergie décentralisé, car il combine l'activation des panneaux de plafond et le stockage de masse.

Cela présente deux avantages :

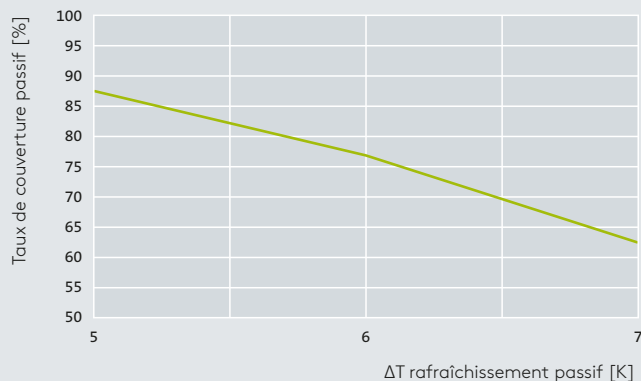
Ils permettent le stockage d'énergie générée de manière régénérative, ce qui réduit les pics de charge pendant la journée. La norme SIA 180 recommande également une performance de stockage thermique d'au moins $45 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$ dans les locaux, valeur qui n'est généralement pas réalisable avec les plafonds rafraîchissants conventionnels.

Le système hybride permet d'atteindre la performance de stockage thermique exigée en liaison avec le stockage de masse. Les besoins en énergie de rafraîchissement peuvent être couverts jusqu'à 80 % durant la nuit et à 65 % pendant la journée grâce au free-cooling (énergie renouvelable), ce qui répond aux exigences de la loi suisse sur l'énergie sans grands investissements.

L'exemple présenté à la page 13 sert d'illustration. Il s'applique à un cas de charge typique (SIA 2024, bureau individuel).

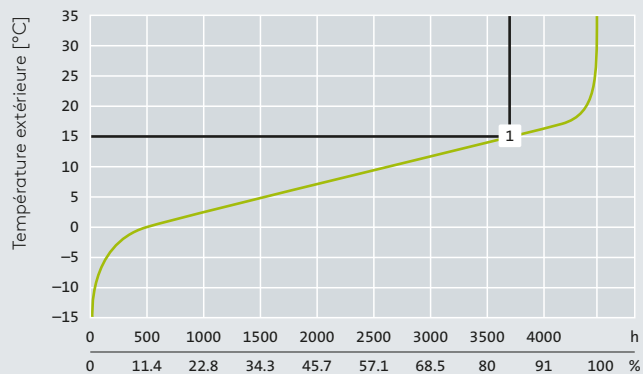
Taux de couverture en % avec le free-cooling (Fig. 7)

Source : IET Institut für Energietechnik, HSR Hochschule für Technik Rapperswil



Lastfall SIA Einzelbüro für eine Rückkühltemperatur bis 23 °C

Heures nocturnes annuelles à la température, Zurich (Fig. 8)



Nombre d'heures à moins de 15 °C Température [h] / free-cooling (refroidissement naturel) [%]

Heures nocturnes annuelles à la température extérieure moyenne (18h00–06h00)

1 Valeur moyenne pour Zurich Kloten 83 %

La masse de stockage est refroidie à 21 °C la nuit soit par l'eau de refroidissement du free-cooling, soit par le système refroidisseur.

Pour un transfert de chaleur efficace, l'écart de température entre l'air ambiant et le plafond rafraîchissant d'un côté ainsi qu'entre la surface de rafraîchissement et la température extérieure (tour de refroidissement) est généralement de 3 K.

Exemple :

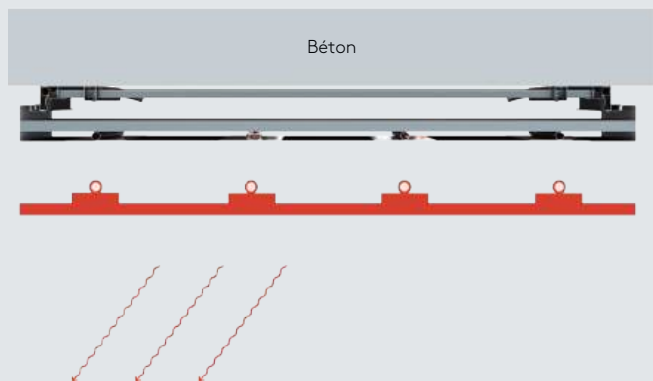
À une température de départ de 18 °C, une température de l'air extérieur de 15 °C est nécessaire. Sur la figure 8, on constate qu'il est possible d'atteindre la température de départ de 18 °C avec le free-cooling pendant 83 % des heures nocturnes annuelles.

La figure 7 montre le taux de couverture passif réalisable pour le rafraîchissement à 23 °C pour un bureau individuel avec des charges selon SIA 2024 (2006). Dans ce cas de charge, ces températures de rafraîchissement suffisent pour atteindre des températures ambiantes agréables. À des températures de rafraîchissement plus élevées, le potentiel de fonctionnement du free-cooling augmente.

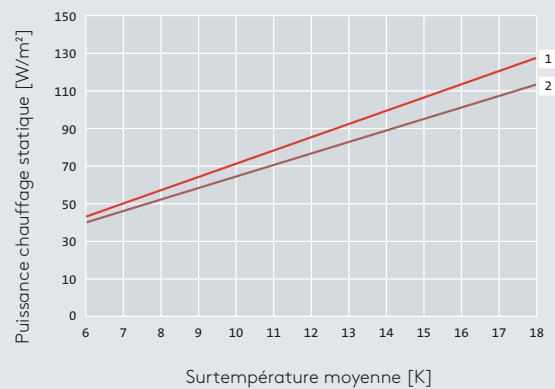
La figure 7 montre également quel pourcentage de l'air extérieur contribue en moyenne annuelle au rafraîchissement du bâtiment. Ce pourcentage de couverture dépend du dimensionnement des modules rafraîchissants hybrides et du système refroidisseur.



Chauffer (Fig. 9)



Puissance chauffage statique* (Fig. 10)



- 1 Aluminium
- 2 Acier

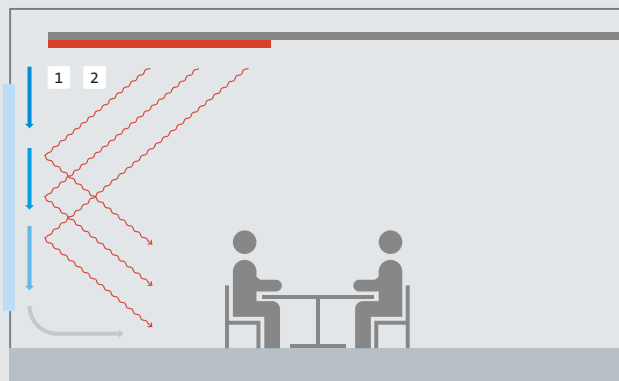
*Les puissances dépendent du matériau des panneaux et de l'activation et sont donc dimensionnées en fonction de l'objet. Mesure selon DIN EN 14037.

Dimensionnement chauffage

La surface rayonnante à réaction rapide et dirigée vers le local assure un bien-être thermique même lorsque les températures de l'eau de chauffage sont basses. Il est généralement possible de renoncer à un chauffage statique le long de la fenêtre (Fig. 12, page 15).

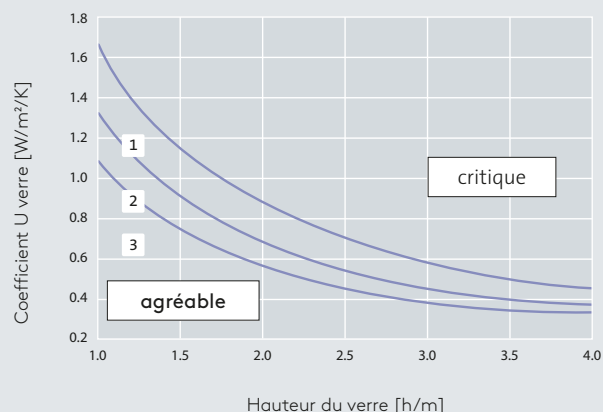
Courant d'air sur parois froid

Compensation des courants d'air froid dans la zone de la façade (Fig. 11)



- 1 Courant d'air froid
- 2 Rayonnement calorifique

Coefficient U du vitrage de la fenêtre*/Hauteur de la fenêtre (Fig. 12)



*SIA 180-2014 p. 57

Coefficient U maximal admissible d'un composant en fonction de sa hauteur des températures extérieures de 0 °C 1, -5 °C 2 et -10 °C 3

Compensation courant d'air sur parois froid

La façade froide est chauffée par rayonnement par le panneau de plafond chauffé, ce qui réduit fortement l'apparition de courants d'air froid là où ils se forment.

Un courant d'air froid se forme quand, lorsque la température extérieure est basse, règnent de basses températures du côté intérieur des vitres aux mauvaises propriétés d'isolation (les coefficients U). L'air ambiant refroidit fortement à la surface des vitres et circule en direction du sol le long du vitrage à grande vitesse. Là, l'air froid à vitesse croissante est dévié et se répand au niveau du sol, ce que ressentent les personnes placées près des fenêtres comme des courants d'air. Le courant d'air froid agit donc négativement sur le bien-être thermique.

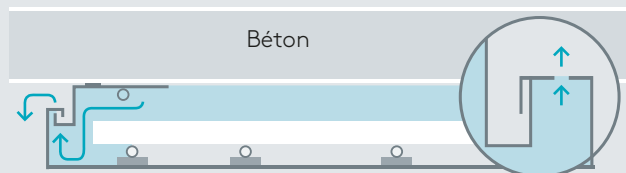
La solution réside dans la mise en œuvre de plafonds chauffants/rafraîchissants. Le flux de chaleur du plafond chauffant en façade chauffe la face intérieure du vitrage et de plus, le sol est en échange par rayonnement direct avec le plafond chauffant. Ces deux effets conjugués réduisent efficacement les courants d'air sur les parois froides (Fig. 11).

Nous simulons des espaces critiques et étudions tous les flux qui influencent le bien-être. Les résultats sont vérifiés lors de tests en laboratoire, au cours desquels les paramètres climatiques et de confort sont mesurés. Les résultats des mesures sont comparés aux spécifications des normes telles que SIA 382-1, SN EN 15251 et SN ISO 7730, ainsi qu'aux exigences spécifiques de l'utilisateur.

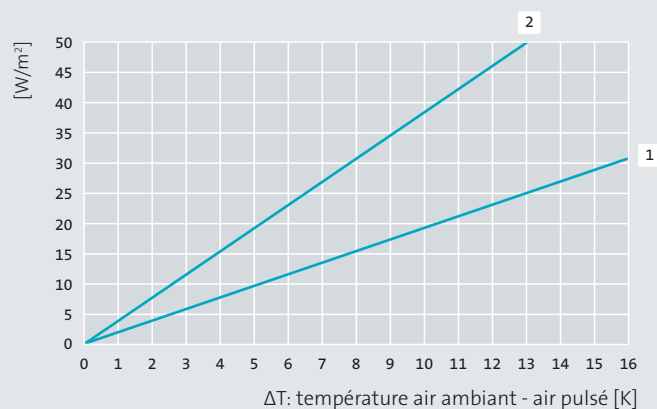
La courbe montre que plus le vitrage est haut, plus les exigences relatives aux propriétés d'isolation thermique du verre sont élevées, c.-à-d. plus le coefficient U doit être faible (Fig. 12).

Diffusion et reprise d'air

Air pulsé vers le haut au-dessus du bord du panneau de plafond (Fig. 13)



Puissance d'aération (Fig. 14)



1 6 m³/h m²_{ss} 15.4 W/m²_{ss} pour $\Delta T = 8$ K

2 12 m³/h m²_{ss} 30.8 W/m²_{ss} pour $\Delta T = 8$ K

Ventilation invisible des locaux

En plus du confort thermique, la qualité de l'air intérieur, également appelée confort olfactif, est un élément important qui exerce une forte influence sur la santé, la satisfaction et l'efficacité au travail des personnes présentes dans les locaux.

Comme l'ont montré les études de nombreux chercheurs, une qualité de l'air inadéquate entraîne une diminution des performances relatives (Fig. 15, page 17). Une ventilation mécanique doit donc être prévue.

La sortie d'air pulsé dans le local peut être réalisée sans installation de ventilation visible dans le module rafraîchissant hybride. L'air est ainsi introduit dans le local sans courant d'air et l'on obtient une efficacité de ventilation de l'ordre de 1,2 à 1,7. L'air subit un renouvellement hygiénique qui répond aux exigences des normes nationales et internationales.

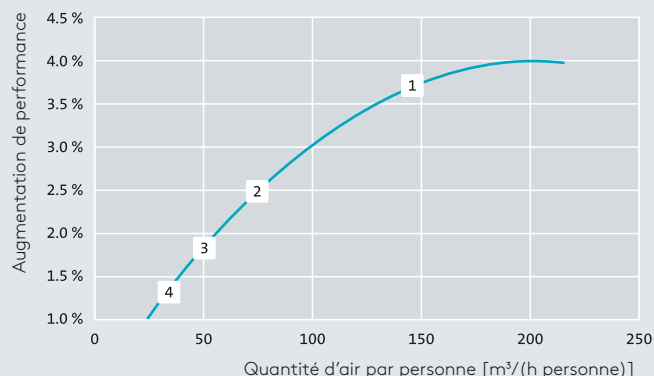
Amenée d'air

L'air pulsé est amené au module de plafond par un canal plat. Dans les nouvelles constructions, l'air peut être introduit par le haut de manière dissimulée par un canal ou conduit posé dans le béton.

Sortie de l'air pulsé au-dessus du bord supérieur du panneau de plafond

L'air circule sur toute la longueur du module le long du cadre à travers les perforations pratiquées dans le bord supérieur du panneau de plafond (Fig. 13). Il n'est pas pour cela nécessaire d'intégrer un caisson d'air dans le module, il se forme en haut à travers le béton, en bas à travers la natte acoustique et sur les côtés, à travers le cadre du module. La résistance de l'air est d'environ 15 Pa.

Performance relative (Fig. 15)



- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1 144 m³/h personne : IDA 1+ | 3 49 m³/h personne : IDA 2 |
| 2 72 m³/h personne : IDA 1 | 4 29 m³/h personne : IDA 3 |

Quantités d'air pour une hauteur standard de 75 mm (Fig. 16)

Largeur du module [mm]	Quantité d'air max. dans le caisson de raccordement de l'air [m³/h]*	Quantité d'air max. par mètre de module [m³/h]	
600	95	35 m³/h m ($\Delta T = 8 \text{ K}$)	30 m³/h m ($\Delta T = 12 \text{ K}$)
800	145		
1000	195		
1200	245		

*Les quantités maximales d'air pulsé dans le caisson de raccordement d'air augmentent avec la hauteur des modules, étant donné que cela permet d'augmenter la hauteur du canal.

Augmentation de performance d'une personne en fonction du débit volumique d'air extérieur et de la qualité de l'air ambiant IDA 3 à IDA 1+ (IDA = Indoor Air Quality = qualité de l'air ambiant)/(Source : Fanger)

Classes de filtre requises

Afin de garantir que l'amenée d'air pulsé ne sera pas contaminée, cet air doit être traité à l'aide de filtres des classes suivantes conformément à la norme DIN EN ISO 16890 : Sortie de l'air pulsé au-dessus du bord supérieur du panneau de plafond (Fig.13) : ISO ePM1.

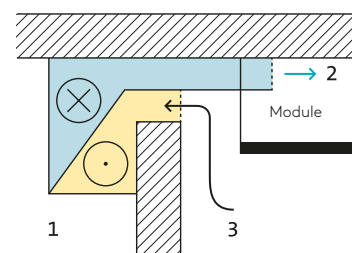
Quantités d'air

Le débit volumique maximum de l'air pulsé est fonction des dimensions du canal d'air pulsé et des dimensions par module. Les quantités d'air pour la hauteur de module standard de 75 mm sont indiquées dans la figure 16 ci-dessus.

La circulation de l'air à travers le panneau perforé permet d'injecter jusqu'à 35 m³/h par mètre de module ($\Delta T 8 \text{ K}$). Si des quantités d'air plus importantes sont nécessaires, il est possible d'augmenter la hauteur du canal ainsi que la hauteur du panneau de plafond, à moins que la fonction reprise d'air ne soit aussi souhaitée.

Air repris

En plus de la fonction de diffusion de l'air, il est possible de réaliser la fonction de reprise d'air à l'aide du module rafraîchissant hybride. À cet effet, un caisson de diffusion/reprise d'air de conception spéciale en deux éléments est utilisé (Fig. 17).

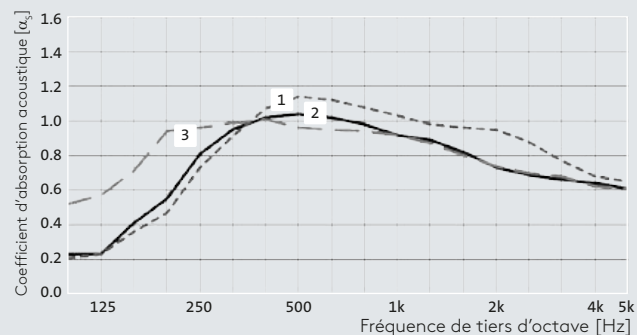


- 1 Caisson de diffusion/reprise d'air en deux éléments
 - 2 Air pulsé par canal d'air pulsé
 - 3 Air repris par canal d'air repris
- (Fig. 17)

Matériau isolant (Fig. 18)



Surface d'absorption acoustique (Fig. 19)



Fréquence de tiers d'octave [Hz]		250	500	1000	2000	4000	α_w	*Classe	
1	avec l'absorbeur de son de Barcol-Air	α_p	0.70	1.00	1.00	0.95	0.70	0.90	A
2	avec de la laine minérale dans PE	α_p	0.75	1.00	0.95	0.75	0.65	0.80	B
3	avec de la laine minérale dans PE + supplément	α_p	0.95	0.95	0.90	0.75	0.65	0.80 (L)	B

*Classe d'absorbeur de sons selon EN ISO 11654

Absorption phonique

Les aspects acoustiques sont une fonction importante, souvent sous-estimée d'un plafond suspendu. Une forte absorption acoustique est tout particulièrement requise dans les bureaux paysagers ou les salles de réunion.

Comme les modules de plafond rafraîchissant hybrides n'occupent généralement que 40 à 60 % de la surface du plafond et que la surface restante est pour ainsi dire réverbérante, les exigences acoustiques pour les modules de plafond sont accrues. Les solutions système mises au point par Barcol-Air répondent exactement à ces exigences.

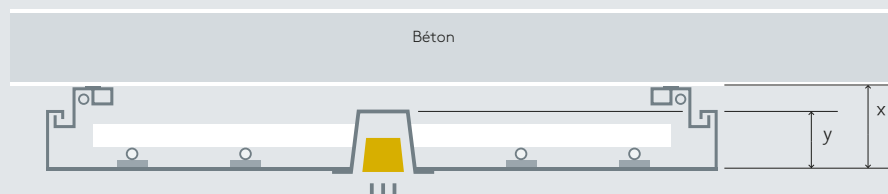
Différence normalisée des niveaux acoustiques

Afin d'éviter une submersion acoustique d'un espace à l'autre, les caissons de raccordement de l'air des modules hybrides peuvent être équipés d'une isolation interne. Les différences normalisées des niveaux acoustiques $D_{n,e,w}$ évalué qu'il s'agit d'atteindre par ces mesures sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

La différence normalisée des niveaux acoustiques $D_{n,e,w}$ est une grandeur de mesure utilisée à la place de l'indice d'isolement acoustique R lorsqu'il est impossible de se référer à une surface d'essai S (plafond ou mur) ou si cette dernière présente des défauts, par ex. en cas de transmission entre des pièces qui ne sont pas directement adjacentes (transmission diagonale) ou lorsque la zone de mesure est trop petite.

Différence normalisée des niveaux acoustiques (Insonorisation contre la téléphonie)	Air pulsé uniquement (Fig. 20)	Combinaison air pulsé et repris (Fig. 21)
avec isolation intérieure	$D_{n,e,w} = 62 \text{ dB}$	$D_{n,e,w} = 55 \text{ dB}$

Éléments intégrés et hauteurs d'intégration (Fig. 22)



Hauteur du module x	Hauteur d'intégration max. y
75-125 mm	60-110 mm

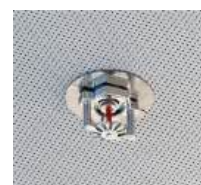
La hauteur maximale d'installation est de 15 mm inférieure à la hauteur de module sélectionnée.

Toutes les installations courantes à intégrer dans le système hybride U4X, en particulier :

- Éclairages
- Sprinklers
- Capteurs et détecteurs (de luminosité, de mouvement et de fumée)
- Émetteurs (WiFi)

Pour une hauteur de construction totale de 75 mm, 60 mm sont à disposition pour les intégrations avec le module standard. Si nécessaire, la hauteur du panneau de plafond peut être augmentée de 50 à 100 mm, ce qui permet l'aménagement d'éléments d'une hauteur d'installation atteignant 110 mm.

Les installations de grande surface réduisent la surface de refroidissement active. Ce point doit être pris en compte lors du dimensionnement des modules.

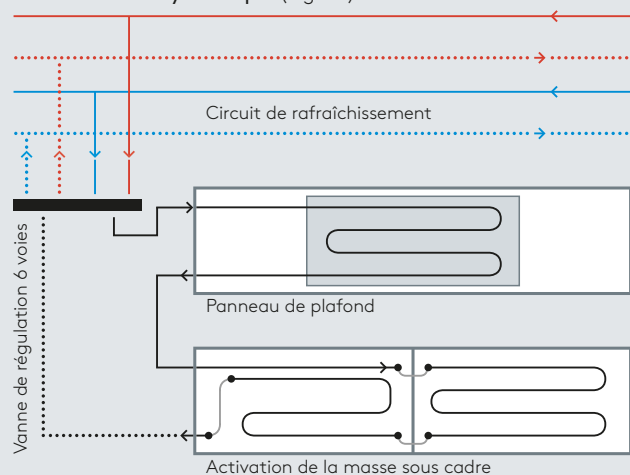


Exemples d'intégration :

Éclairages avec cadre
Sprinklers
Détecteurs de mouvement

Raccordement hydraulique

Raccordement hydraulique (Fig. 23)



Avec cette solution, l'activation de la masse de béton est connectée en série avec les panneaux de plafond afin de refroidir le plafond en béton le plus longtemps possible sans refroidir trop la pièce.

Système hydraulique

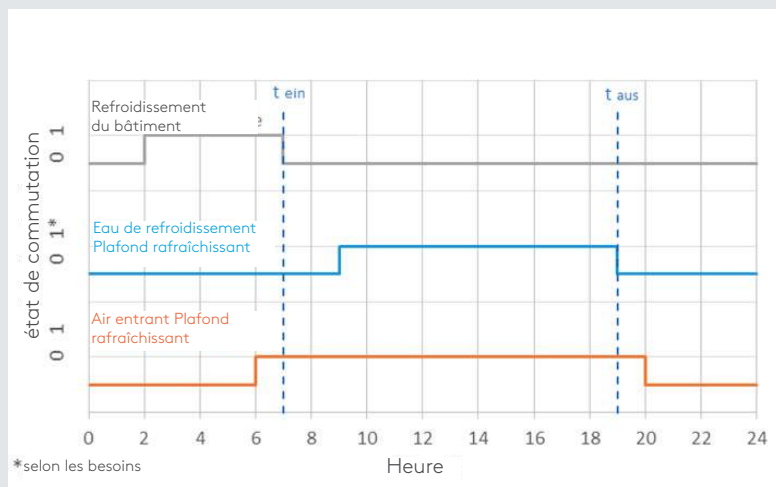
Une zone de régulation hydraulique peut comporter un ou plusieurs modules de plafond rafraîchissant hybrides qui tous auront le même état d'exploitation dans la zone de régulation. Il est recommandé de séparer chaque circuit d'eau du réseau d'eau principal par un robinet à boisseau sphérique, ce qui représente un avantage définitif pour la mise en service et pour l'exploitation ou le remplacement.

Système hybride U4X avec inclusion de la masse du bâtiment

Les éléments d'inclusion de la masse et les panneaux de plafond sont raccordés en série (Fig. 23).

En mode chauffage apparaît un léger réchauffement du plafond en béton, dû à l'abaissement nocturne de température souvent programmé et à l'étalement légèrement plus important entre les températures de départ et de retour par rapport au rafraîchissement. La majeure partie de la charge calorifique est dégagée par la dalle de plafond dans le local.

Régulation



Paramètres de dimensionnement de base

La température ambiante de fonctionnement est régulée par le débit massique de l'eau de refroidissement/de chauffage dans le plafond rafraîchissant et la température de l'air pulsé.

Trois stratégies sont envisageables pour éviter la condensation lors du refroidissement :

- Contact de fenêtre : les modules rafraîchissant hybrides sont coupés dès qu'une fenêtre est ouverte.
- Sonde de point de rosée dans le local : le taux d'humidité dans le local est surveillé en permanence. Les modules rafraîchissant hybrides sont coupés dès que l'humidité ambiante atteint un seuil critique.
- Température de départ décalée : la température de départ de l'eau de refroidissement est $\geq 16^\circ\text{C}$ pendant la journée et est régulée de manière à ne pas baisser en dessous de $+1\text{ K}$ par rapport à la température du point de rosée de l'air ambiant prévue. Celle-ci est déterminée à l'aide de la température extérieure et du taux d'humidité ambiante. Cette stratégie est plus économique et le confort obtenu est nettement plus important, en particulier lorsque le temps est lourd.

Régulation de la température ambiante

Un régulateur PI est utilisé pour contrôler la température ambiante de fonctionnement. Ce régulateur ajuste les actionneurs à la situation respective dans le local. Lorsque les vannes sont commandées par la modulation de largeur d'impulsion (MLI), le rapport cyclique est déterminé par la puissance frigorifique à fournir.

Régulation pour intégrer les performances de stockage de masse de manière optimale

Afin d'utiliser de manière optimale le plafond en béton – c'est-à-dire le stockage de masse activé par les modules rafraîchissant hybrides – on recommande une régulation avec laquelle les modules rafraîchissant hybrides fonctionnent la nuit jusqu'à ce que la température de départ souhaitée pour le matin soit atteinte. Cette température est généralement de 21°C (Fig. 2).

Une température ambiante agréable est ainsi maintenue pendant la majeure partie de la journée sans même allumer les modules rafraîchissant hybrides. Le refroidissement nocturne du béton (Fig. 5/6) permet de stocker temporairement une part considérable des charges thermiques dégagées pendant la journée. Il est donc possible de renoncer à avoir recours à l'électricité coûteuse pendant la journée. Non seulement l'électricité est moins chère la nuit, mais le rafraîchissement en mode free-cooling est aussi possible une grande partie de l'année sans utiliser le système refroidisseur.

Régulation des quantités d'air

La quantité d'air dans les modules est constante, sauf dans les salles de réunion où elle est régulée par un détecteur de présence VOC et/ou CO_2 du système VAV. La température de l'air pulsé est maintenue constante généralement en fonction de la saison (hiver, été, mi-saison).

Utilisation fonctionnelle du produit



	Rafraîchir	Chauffer	Courant d'air sur parois froid	Diffusion et reprise d'air		Connexion de masse du bâtiment	Acoustique	Intégrations
				Air pulsé	Air repris			
Modules de plafond passifs							■	■
Modules de plafond passifs				■	□		■	■
Modules de plafond actifs	■	■	■				■	■
Modules de plafond actifs	■	■	■			■	■	■
Modules de plafond actifs	■	■	■	■	□		■	■
Modules de plafond actifs	■	■	■	■	□	■	■	■

□ En option

Modules de plafond passifs

- Fonction de diffusion et de reprise d'air dans le local
- Isolation acoustique efficace
- Isolation acoustique accrue par la combinaison de modules de plafond actifs et passifs
- Intégration de divers éléments d'installation en complément

Modules de plafond actifs

- Module de plafond classique avec refroidissement par eau
- Rafraîchir et chauffer des locaux
- Tout spécialement indiqué contre les courants d'air sur les parois froides
- Fonction de diffusion et de reprise d'air dans le local
- Bonnes propriétés acoustiques
- Amélioration de l'efficacité énergétique grâce à la fonction hybride
- Intégration de divers éléments d'installation en complément

Paramètres d'étude

Prestations

Nous vous accompagnons dans toutes les phases de votre projet de construction avec nos services étendus.

Planification et conception stratégiques

Dans ce processus de prise de décision, nous vous aidons à trouver la solution optimale pour votre tâche. Outre l'esthétique, les paramètres les plus importants sont la durabilité, l'efficacité énergétique, le confort et les rapports coûts-utilité. Si nécessaire, nous vérifions les paramètres techniques de climatisation de votre bâtiment au cours d'une simulation ou dans notre laboratoire.

Étude et appel d'offres

Aidés de documentations exhaustives sur les produits, nous vous présentons différentes solutions et variantes. Nous élaborons à votre intention des offres complètes, de la planification à la mise en service.

Réalisation et mise en service

Nos chefs de projet expérimentés coordonnent les métiers, optimisent le dimensionnement et créent les plans d'exécution, d'usine et d'assemblage. Ils surveillent et contrôlent la production, la livraison et le montage sur site. Vous recevrez les résultats des contrôles et tests de qualité (photos infrarouges par ex.) avec les documents de révision.

Gestion et conversions

Grâce à nos prestations spéciales (contrat de service par ex.), vous profitez de coûts d'exploitation excellents et d'une sécurité de fonctionnement optimale et tirez bénéfice du haut niveau de satisfaction des utilisateurs et des exploitants. En cas de transformations et de conversions, nous adaptons le système existant aux nouvelles exigences avec efficacité.

International

Barcol-Air Group AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Suisse



Barcol-Air AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG

Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Allemagne

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T: +49 6252 7907-0
F: +49 6252 7907-31
vertrieb.klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadeckensysteme

France

Barcol-Air France SAS

Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com

Italie

Barcol-Air Italia S.r.l.

Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com



Feel good **inside**

