

CHAUFFAGE ET RAFRAÎCHISSEMENT INTÉGRÉS DANS LA STRUCTURE MÊME DU BÂTIMENT

LA PRÉDALLE THERMOACTIVE, NOUVELLE CLÉ POUR RÉUSSIR UN BÂTIMENT BASSE CONSOMMATION

L'exigence principale pour pouvoir obtenir le label BBC est de ne pas dépasser une valeur de consommation d'énergie de $50 \text{ kWh}_{\text{ep}}$ par m^2 de SHON par an. Dès 2013, ce seuil maximum de consommation deviendra la règle générale pour l'ensemble des bâtiments neufs du secteur résidentiel. Si de nombreuses solutions de combinaisons architecturales et techniques permettent d'ores et déjà de parvenir à ce résultat, il est évident que tout nouveau procédé permettant d'atteindre plus facilement ce seuil mérite que l'on s'y intéresse. Coup de projecteur sur la prédalle ThermoActive, fruit de la recherche de deux industriels Rector et KaRo, membres de l'association Promodul.

DEUX MEMBRES DE PROMODUL, LEADERS DANS LEUR MARCHÉ RESPECTIF

Le premier compte parmi les principaux industriels européens fabriquant des planchers et des éléments de structure en béton, le second est un acteur important dans le secteur des plafonds rayonnants réversibles. KaRo a ainsi développé et breveté à partir d'une technologie franco-allemande une gamme de systèmes répondant aux différents types de bâtiments.

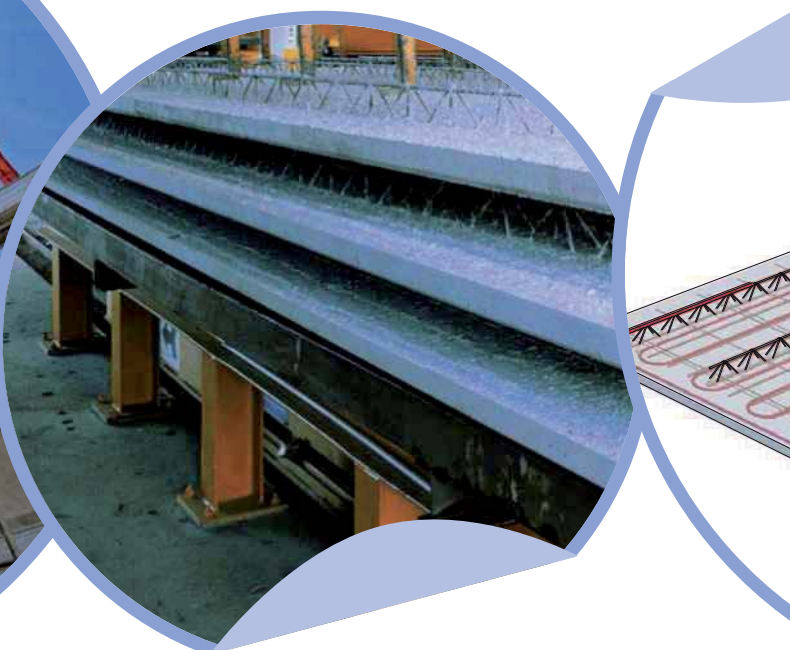
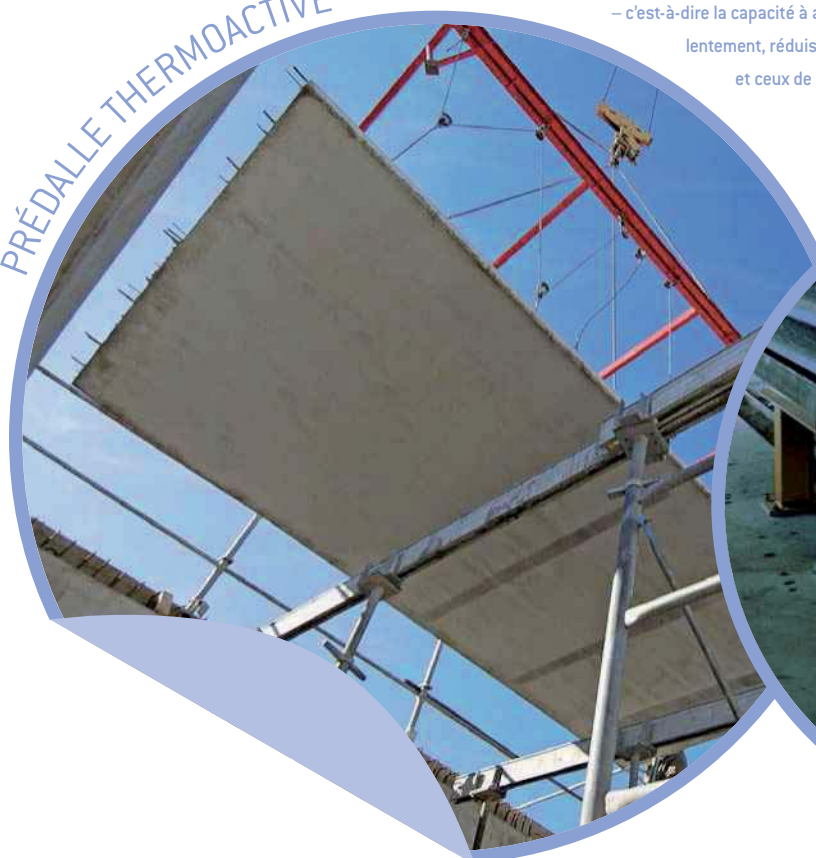
Pour l'occasion, ils se sont associés afin de développer une solution qui combine l'avantage de l'inertie du béton et la haute performance du plafond rayonnant dans un seul élément industrialisé, fabriqué, contrôlé et testé en usine.

LE PRINCIPE DE LA PRÉDALLE THERMOACTIVE

Une prédalle est un élément de coffrage en béton armé ou précontraint faisant partie intégrante d'un ouvrage et qui incorpore la majorité des aciers porteurs du plancher. La prédalle ThermoActive est une prédalle en béton armé dans laquelle est incorporé un réseau de tuyaux multicouches. Ce réseau permet la circulation d'eau chaude ou froide selon des températures de consigne comprises entre 15°C et 35°C dont l'énergie est transmise quasi instantanément à la pièce par rayonnement. Ce procédé breveté (brevet français n°08/05703, brevet européen n°09/356055-5) fait actuellement l'objet d'une instruction du CSTB pour l'obtention d'une ATEX de type A.

Le procédé de la prédalle ThermoActive cumule les avantages de la grande inertie thermique du béton – c'est-à-dire la capacité à accumuler de la chaleur en hiver et de la fraîcheur en été, et à la restituer lentement, réduisant ainsi significativement la consommation énergétique du bâtiment – et ceux de la technique du rayonnement.

PRÉDALLE THERMOACTIVE



Chaque prédalle contient un ou plusieurs circuits ce qui permet, en fonction des plans voulus par l'architecte, de définir différentes zones avec des températures de consigne différentes. Il en est de même de l'ensemble des réservations qui devront être préalablement définies pour assurer le passage des conduits, tuyauteries et autres câbles électriques.

LES AVANTAGES DE LA PRÉDALLE THERMOACTIVE

Le procédé cumule les avantages de la grande inertie thermique du béton – c'est-à-dire la capacité à accumuler de la chaleur en hiver et de la fraîcheur en été, et à la restituer lentement, réduisant ainsi significativement la consommation énergétique du bâtiment – et ceux de la technique du rayonnement. L'un des principaux intérêts réside dans le fait de permettre, en une seule opération, la mise en place de la prédalle ThermoActive et du système de chauffage et de rafraîchissement du bâtiment. Cette innovation entraîne ainsi une substantielle économie à l'installation du procédé mais aussi tout au long de son exploitation.

A l'installation d'abord puisque l'on réalise deux opérations en une et que la pose d'une prédalle ThermoActive se fait aussi simplement et aussi rapidement qu'une prédalle classique tout en s'affranchissant des conditions climatiques. Le gain de temps est optimisé par le choix des prédalles ThermoActives qui suppriment les opérations liées à la pose des faux plafonds, des climatiseurs et de certains raccords électriques.

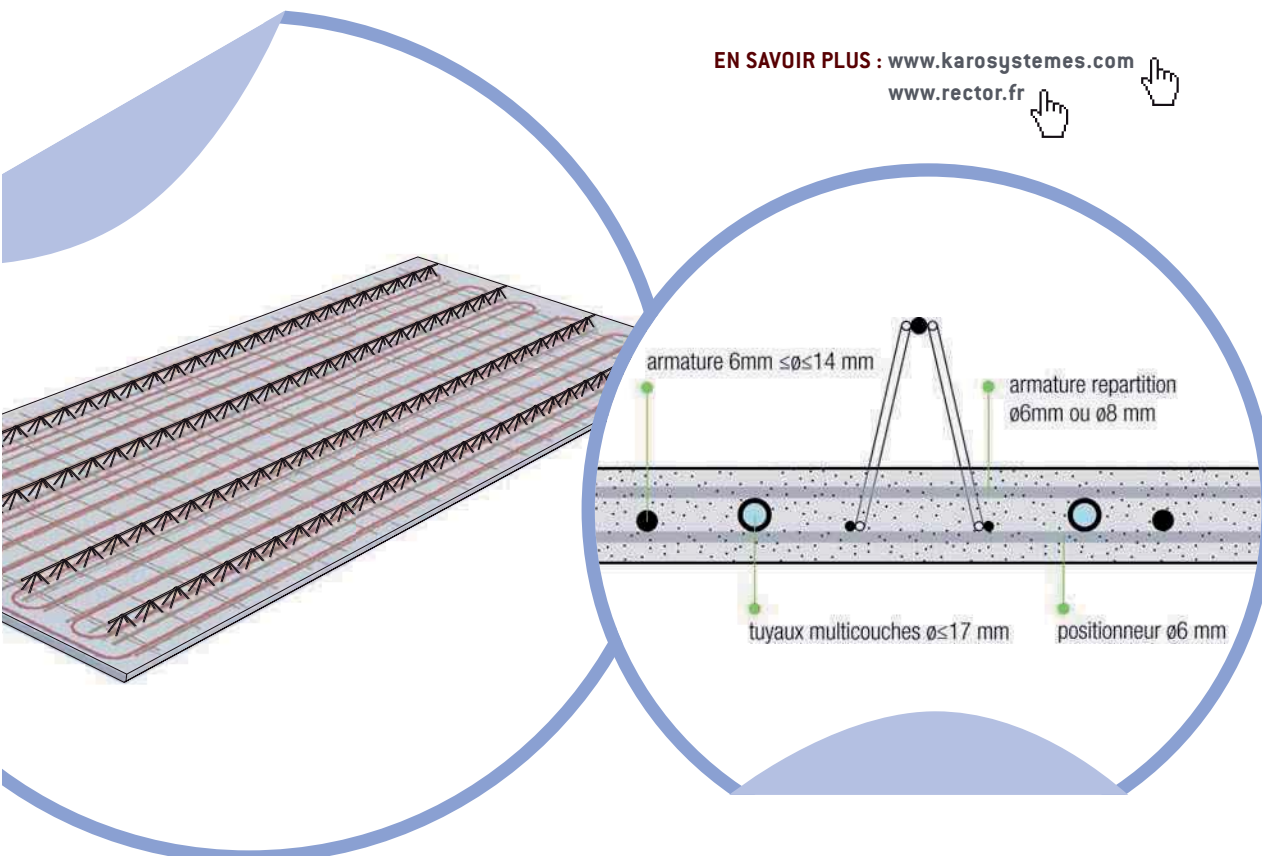
A l'exploitation ensuite, dans la mesure où, à condition de confort égal, en rayonnement la température de l'air peut-être inférieure de 2°C par rapport à la convection, ce qui engendre des économies d'énergie de l'ordre de 14 %. Enfin, la suppression du faux plafond permet un gain de hauteur sous plafond de l'ordre de 10 %, avantage qui peut se révéler important dans le cadre d'un bâtiment dépassant les 5 ou 6 étages.

Autant d'arguments qui ne peuvent pas laisser indifférents les maîtres d'ouvrage toujours à la recherche du meilleur compromis entre l'optimisation des performances et le coût des ouvrages.

Sur le plan de la conception, la prédalle ThermoActive laisse toute liberté de choix en ce qui concerne le mode de chauffage qui sera finalement adopté. En effet, les réseaux de tubes peuvent indifféremment être raccordés à une chaudière gaz, une pompe à chaleur, des panneaux solaires etc. De même, un changement de source d'énergie se fait sans difficulté et ne nécessite aucune modification du réseau.

“
LE PROCÉDÉ DE LA PRÉDALLE THERMOACTIVE CUMULE LES AVANTAGES DE LA GRANDE INERTIE THERMIQUE DU BÉTON... ET CEUX DE LA TECHNIQUE DU RAYONNEMENT.

EN SAVOIR PLUS : www.karosystemes.com
www.rector.fr



Le gain de temps est optimisé par le choix des prédalles ThermoActives qui suppriment les opérations liées à la pose des faux plafonds, des climatiseurs et de certains raccords électriques.

01 : LES ÉCHANGES THERMIQUES

On rappellera que les échanges thermiques sont dus à une différence de température entre deux corps. Le corps le plus chaud échange alors sa chaleur au profit du corps le plus froid. Ce transfert se fait en grande partie par rayonnement. Ainsi, en chauffant une pièce à partir d'une paroi de son enveloppe (ici le plafond), l'énergie échangée entre la surface la plus chaude et les autres s'opère naturellement par rayonnement.

L'homme échange en permanence sa chaleur avec son environnement. Aussi, en contrôlant la température des parois d'une pièce et non uniquement celle de l'air ambiant (convection), nous parvenons à mieux préserver l'équilibre thermique correspondant à la température de confort, une température définie par la température des parois, de l'air, de sa vitesse et de l'hygrométrie.

CONVECTION & RAYONNEMENT

Les échanges thermiques peuvent avoir lieu selon trois modes :

01 par rayonnement entre deux surfaces en regard

02 par convection entre l'air et la surface d'un corps (corps humain, paroi)

03 par conduction entre deux corps en contact ou à l'intérieur d'un corps

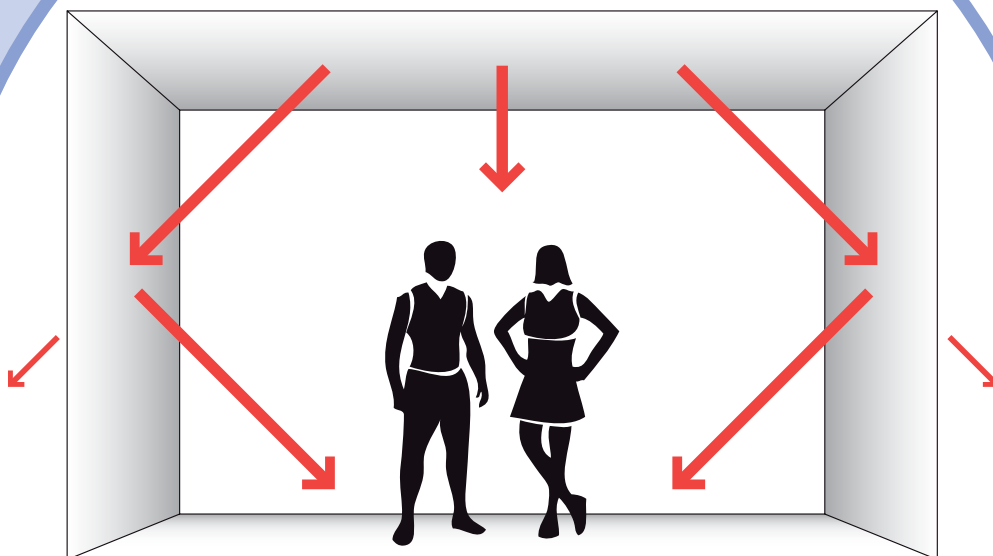
Les échanges entre une personne et un local chauffé/climatisé se font essentiellement par convection et rayonnement. Les échanges conductifs prédominent quant à eux dans le stockage de l'énergie et la mise en température de la surface émettrice.

CONVECTION

La convection est l'échange d'énergie par circulation d'air. Elle peut être naturelle (l'air chaud monte, il y a donc une circulation d'air spontanée entre une personne et un mur ou un plafond froid) ou forcée (ventilation).

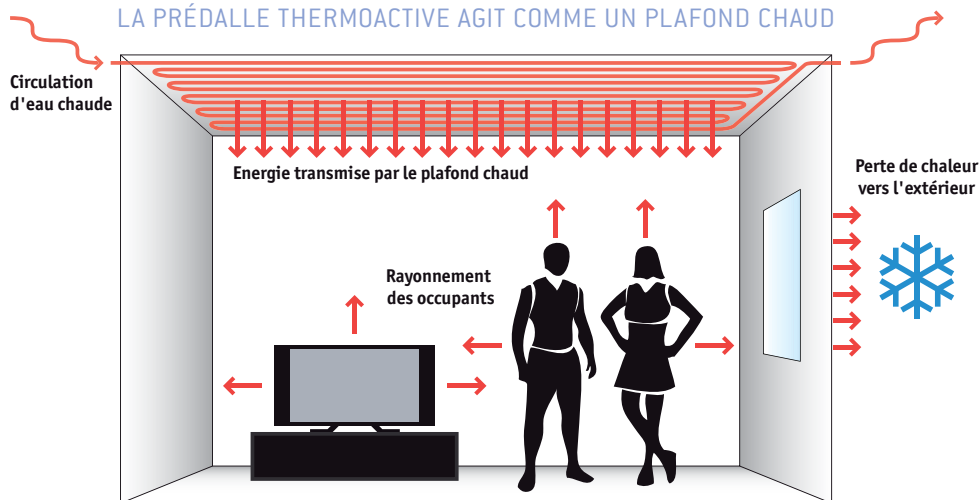
Les systèmes de climatisation traditionnels se basent sur le transfert par convection, d'où la sensation de courant d'air, et une forte consommation d'énergie. En effet, il faut d'une part refroidir une masse d'air mais également la mettre en circulation.

DIFFUSION DE LA CONVECTION ET DU RAYONNEMENT



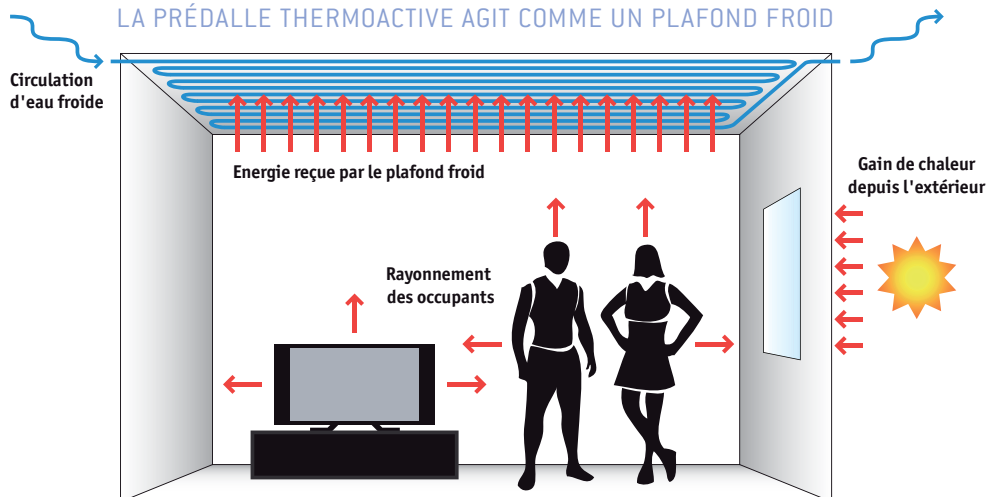
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT EN HIVER

LA PRÉDALLE THERMOACTIVE AGIT COMME UN PLAFOND CHAUD



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT EN ÉTÉ

LA PRÉDALLE THERMOACTIVE AGIT COMME UN PLAFOND FROID



RAYONNEMENT

Tout corps émet un rayonnement, d'une puissance proportionnelle à sa surface et à son émissivité, et en fonction également de sa température absolue. Tout corps absorbe également les rayonnements émis autour de lui, de telle sorte que deux corps à température différente échangent de l'énergie, du corps chaud vers le corps froid.

Cet échange est spontané et ne nécessite aucun support : le rayonnement peut se transmettre dans le vide, c'est d'ailleurs ainsi que nous vient la chaleur du soleil.

Dans le cas d'un plafond rayonnant, l'échange se fait directement entre le plafond et les occupants. Il n'y a donc pas lieu de refroidir l'air ni de le mettre en circulation, ce qui représente une forte économie d'énergie.

CONVECTION + RAYONNEMENT

Concrètement, les deux phénomènes se conjuguent.

La performance totale d'une installation résulte de l'addition du rayonnement du plafond (environ 80 % de la puissance),

de la convection naturelle, et de la convection liée au système de renouvellement d'air.

DIFFUSION DU RAYONNEMENT, HAUTEUR DE PLAFOND

Le rayonnement s'effectue dans toutes les directions et est réfléchi ou absorbé par les parois mais pas par l'air. Ainsi dans une pièce avec une hauteur de plafond importante, la sensation de chauffage ou de rafraîchissement est identique à celle perçue dans une pièce de 2.50 m de haut.

De la même manière, le confort est similaire en position debout ou assise.

Dans le cas d'une pièce à haut plafond, seules les déperditions liées aux parois plus hautes (murs et fenêtres) augmentent, ce qui nécessite une puissance légèrement supérieure (quelques %).

Cette augmentation est cependant bien plus limitée que dans le cas d'une technique traditionnelle de soufflage, dont le volume d'air à traiter est directement proportionnel à la hauteur.

02: PERFORMANCE DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE TANT EN MODE HIVER QU'EN MODE ÉTÉ

La prédalle ThermoActive présente des performances tout à fait adaptées aux différents types de bâtiment.

A titre d'exemple, pour un immeuble de bureau, les besoins de puissance de chauffage ou de rafraîchissement sont habituellement de l'ordre de 70 à 100 W/m².

Cette puissance peut être atteinte aisément avec un débit d'eau modéré (environ 20 l/h/m²), et des températures d'eau de 15 à 18°C en mode été et de 30 à 35°C en mode hiver. Cette plage de température nous préserve des risques de condensation en mode rafraîchissement.

Si l'on admet que la puissance est environ proportionnelle à la différence de température entre l'eau et la pièce, on peut alors l'ajuster en choisissant une température d'eau.

Ainsi, avec un pas de tube de 15 cm, pour obtenir une puissance de 75 W/m² dans une pièce à 27°C, on utilise de l'eau à 17°C (soit un écart de 10°C).

La circulation d'eau étant commandée par un thermostat, elle est automatiquement coupée dès lors que la température de consigne est atteinte.

En fonction du pas des tubes, les émissions thermiques du plafond en mode chaud et froid ont été déterminées par essais (norme EN 1264-2), puis par calculs (norme EN 1264-5). Les essais ont été réalisés par le HVAC Institut Lehrstuhl für Heiz-und Raumlufttechnik (LHR) de l'Université de Stuttgart, les 8 et 9 mars 2010.

PERFORMANCE DE CHAUFFAGE (MODE HIVER)

Puissance de chauffage en W/m² : tubes avec un pas de 15 cm et de 20 cm

HIVER

		AMBIANTE									
TEMPÉRATURE		18°C		19°C		20°C		21°C		22°C	
Pas de la trame		15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm
DE L'EAU	30°C	64,1	56,9	58,7	52,2	53,4	47,4	48,1	42,7	42,7	37,9
	32°C	74,8	66,4	69,4	61,6	64,1	56,9	58,7	52,2	53,4	47,4
	34°C	85,4	75,9	80,1	71,1	74,8	66,4	69,4	61,6	64,1	56,9
	36°C	96,1	85,3	90,8	80,6	85,4	75,9	80,1	71,1	74,8	66,4
	38°C	106,8	94,8	101,5	90,1	96,1	85,3	90,8	80,6	85,4	75,9
	40°C	117,5	104,3	112,1	99,6	106,8	94,8	101,5	90,1	96,1	85,3
	42°C	128,2	113,8	122,8	109,0	117,5	104,3	112,1	99,6	106,8	94,8

PERFORMANCE DE RAFFRAÎCHISSEMENT (MODE ÉTÉ)

Puissance de rafraîchissement en W/m² : tubes avec un pas de 15 cm et de 20 cm

ÉTÉ

		AMBIANTE									
TEMPÉRATURE		24°C		25°C		26°C		27°C		28°C	
Pas de la trame		15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm	15 cm	20 cm
DE L'EAU	14°C	75,0	64,8	82,5	71,3	90,0	77,8	97,4	84,2	104,9	90,7
	15°C	67,5	58,3	75,0	64,8	82,5	71,3	90,0	77,8	97,4	84,2
	16°C	60,0	51,8	67,5	58,3	75,0	64,8	82,5	71,3	90,0	77,8
	17°C	52,5	45,4	60,0	51,8	67,5	58,3	75,0	64,8	82,5	71,3
	18°C	45,0	38,9	52,5	45,4	60,0	51,8	67,5	58,3	75,0	64,8
	19°C	37,5	32,4	45,0	38,9	52,5	45,4	60,0	51,8	67,5	58,3
	20°C	30,0	25,9	37,5	32,4	45,5	38,9	52,5	45,4	60,0	51,8

La température d'eau donne la puissance maximale du système de chauffage / rafraîchissement.

Chaque zone peut donc être réglée indépendamment, au moyen d'un thermostat. Celui-ci pilote la vanne correspondant au circuit de la zone (position ouvert ou fermé). L'ouverture et la fermeture alternées de la vanne, conjuguées à l'inertie du plafond, permettent d'obtenir une température stable.

Afin de mieux profiter de l'inertie de la dalle, une régulation peut être programmée (éventuellement via une GTC), avec des appels de puissance programmés quelques heures avant la période d'occupation (dans le cas de bureaux par exemple). Le thermostat prend ensuite le relai pour maintenir une température stable dans la journée, si nécessaire. En général, l'inertie est suffisante pour que l'activation se fasse essentiellement pendant la nuit.