



Plancher Chauffant Rafraîchissant

Résidentiel
Petit tertiaire



COSTIC
COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES INDUSTRIES CLIMATIQUES

Mise à jour :
juin 2002

**PLANCHER
CHAUFFANT
RAFRAÎCHISSANT**

OBJET

Le chauffage par le sol est une technologie aujourd'hui courante dans un grand nombre de nouvelles installations de chauffage. C'est une solution bien maîtrisée et très efficace pour des locaux dans les secteurs du résidentiel et du tertiaire. Mais l'attente des utilisateurs évolue à présent vers la recherche du « confort 4 saisons ». Cette attente est à l'origine du développement des planchers chauffants - rafraîchissants.

Cet ouvrage a pour but d'informer et de sensibiliser ses lecteurs à la technique des planchers chauffants - rafraîchissants dans le résidentiel et le petit tertiaire. Il traite particulièrement de la description du système de plancher réversible, des bases du dimensionnement, de la mise en œuvre, des prescriptions, des recommandations et de la réglementation.

Il est destiné plus spécialement aux petites entreprises de l'équipement technique du bâtiment. Il peut aussi être présenté à l'utilisateur final afin de lui permettre par exemple de mieux comprendre les avantages et les limites d'un plancher réversible.

Il apporte des réponses simples et pratiques à un grand nombre de questions comme :

- ☞ Dans quels cas le plancher chauffant – rafraîchissant est-il adapté ?
- ☞ Quels sont les avantages à l'utiliser ?
- ☞ Quels sont les moyens de lutte contre les problèmes de condensation ?
- ☞ Quelles sont les erreurs à ne pas commettre lors de la mise en œuvre ?
- ☞ Que doit-on faire en cas d'incidents ?

Ce guide de poche a été élaboré par le COSTIC (Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques) grâce aux soutiens et à la participation :

- de la FFB, Fédération Française du Bâtiment,
 - d'EDF, Electricité De France,
- dans le cadre de leur accord de partenariat.

Des représentants des organisations professionnelles :

- de l'UCF, Union Climatique de France,
 - de la FFEE , Fédération Française de l'Équipement Electrique,
- ont participé à sa réalisation.

SOMMAIRE GÉNÉRAL

■ PARTIE 1 :

PRINCIPE ET DESCRIPTION 7

■ PARTIE 2 :

DIMENSIONNEMENT 31

■ PARTIE 3 :

MISE EN ŒUVRE 45

■ PARTIE 4 :

PRESCRIPTIONS ET RECOMMANDATIONS.. 61

■ PARTIE 5 :

POUR EN SAVOIR PLUS 71

Partie 1 : PRINCIPE ET DESCRIPTION

Présentation du système	8
Les schémas de principe	10
Les composants du système	12
• Les systèmes de production.....	12
• La distribution.....	14
• Le plancher	16
Les avantages du système	20
Les limites du système	22
Le phénomène de condensation	24
• Cas de condensation	24
• Quelques définitions.....	25
La régulation du plancher réversible	26
• Le principe	26
• Tout ou rien sur PAC.....	28
• Action sur vanne trois voies mélangeuse	29

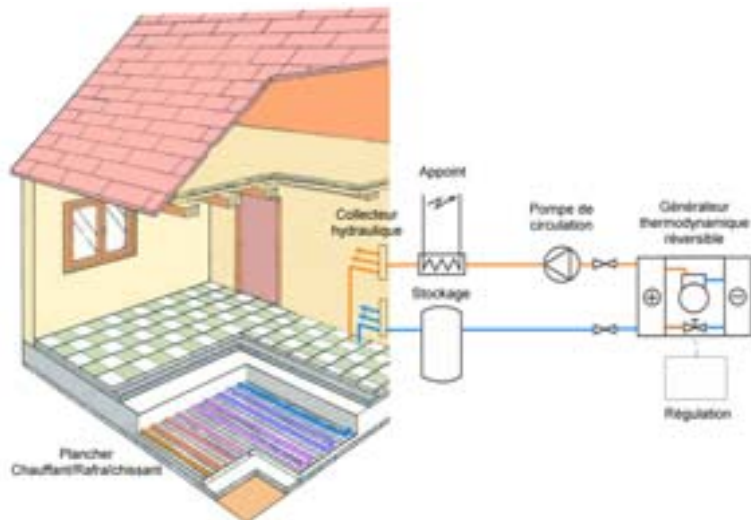
PRESENTATION

Le souci constant d'amélioration du confort en toutes saisons, a conduit au développement des systèmes de planchers chauffants/rafraîchissants aussi communément appelés planchers réversibles.

Le plancher chauffant/rafraîchissant assure deux fonctions :

- ❑ le chauffage en hiver,
- ❑ le rafraîchissement en été.

Ainsi, avec un fluide chaud, le plancher se comporte en émetteur l'hiver, et avec de l'eau rafraîchie en absorbeur durant l'été.

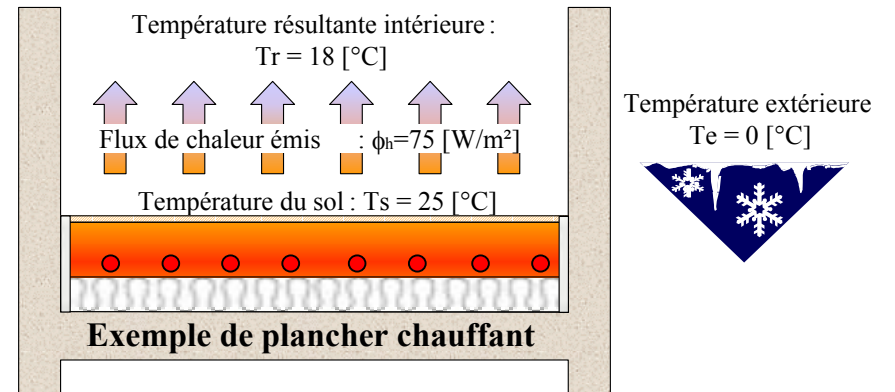


Il consiste principalement en un réseau de tubes noyés dans une dalle d'enrobage et véhiculant une eau dont la température varie selon les besoins et l'usage.

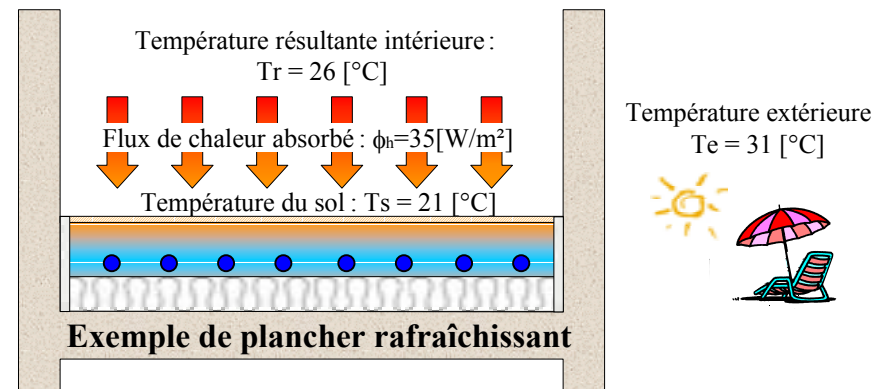
La technique du plancher rafraîchissant n'est en aucun cas un dispositif de climatisation mais plutôt un système permettant d'apporter un certain confort en abaissant la température ambiante de 3 à 5 K.

DU SYSTEME

Le plancher chauffant, ayant une température superficielle de sol supérieure à la température ambiante est **un émetteur de chaleur**.

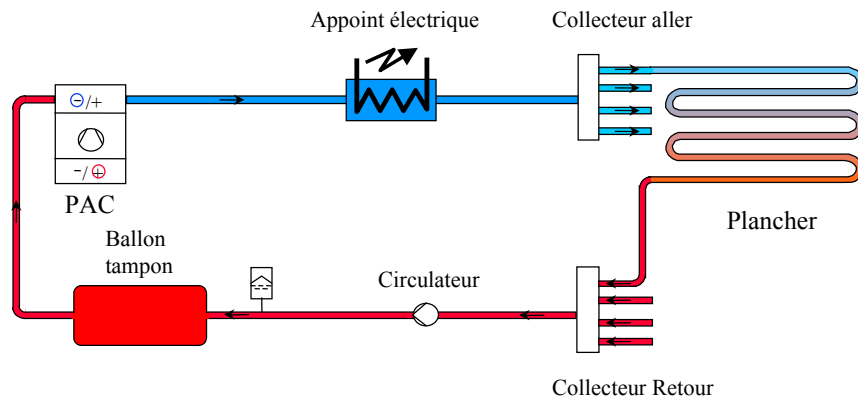


Le plancher rafraîchissant, ayant une température superficielle de sol inférieure à la température ambiante est **un absorbeur de chaleur**.

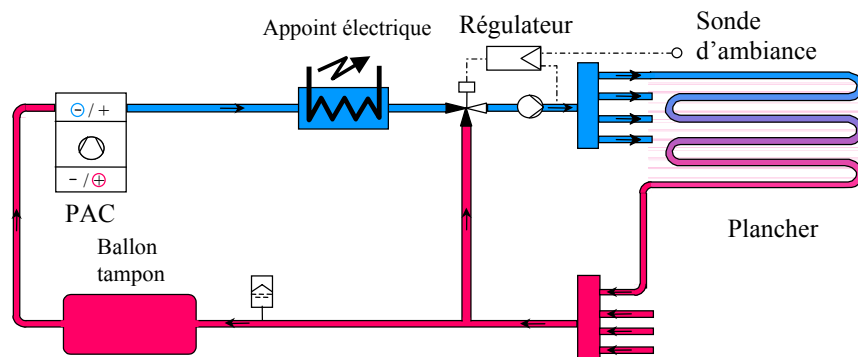


LES SCHEMAS

Les schémas suivants illustrent principalement les différentes configurations de circuits en fonction des systèmes de production de chaleur ou de froid.



Exemple de schéma de principe avec une pompe à chaleur (PAC) : mode rafraîchissement

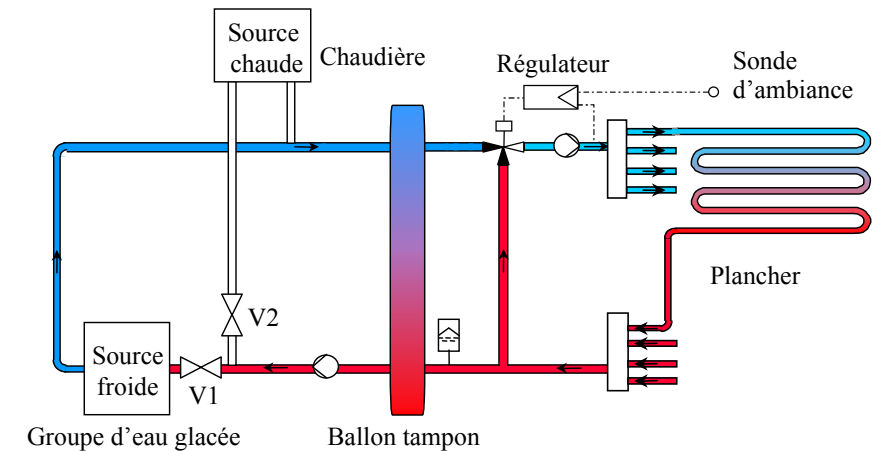


Exemple de schéma de principe avec une pompe à chaleur et un régulateur avec vanne mélangeuse trois voies utilisée en mode rafraîchissement uniquement

DE PRINCIPE

Dans les deux schémas ci-contre, les appoints électriques prennent la relève lorsque la PAC ne fournit plus la puissance suffisante pour couvrir les besoins de chauffe (cas de température extérieure très froide).

Dans certains cas, le procédé de rafraîchissement ne vient qu'après, en complément d'une utilisation en plancher chauffant. Il s'agit donc d'un piquage sur le réseau existant d'une source froide, et de la mise en place de quatre vannes d'aiguillage deux voies.



V1, V2 : Vannes d'aiguillage

Exemple de schéma de principe avec un groupe d'eau glacée, une chaudière et une régulation avec vanne mélangeuse trois voies.

Un ballon tampon peut être nécessaire (cf. p41). Il évite des séquences trop courtes de marche/arrêt du compresseur usantes et limitant sa durée de vie.

LES COMPOSANTS

LES SYSTEMES DE PRODUCTION

Dans le cas d'un plancher réversible :

- ☞ En mode rafraîchissant, on cherche à produire une température d'eau minimum de 18°C.
- ☞ En mode chauffant, on cherche à produire une température d'eau avoisinant 35 à 40°C.

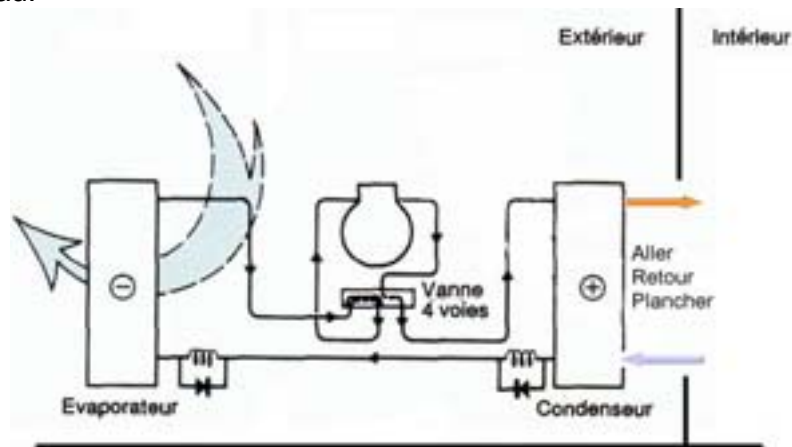
Les systèmes de production réversibles de chaleur :

☐ La pompe à chaleur

La pompe à chaleur réversible est le groupe froid le plus communément répandu pour la technique de plancher rafraîchissant, les sources chaude et froide étant fournies par le même appareil.

80% des installations sont équipées de ce système.

Dans la majeure partie des cas, il s'agit de PAC air-eau ou eau-eau.



Utilisation en mode chauffage d'une PAC air/eau réversible

DU SYSTEME

Les systèmes de production de Froid :

Il s'agit d'installations pour lesquelles le système de production de chaud est indépendant.

☐ Le groupe froid

Cette technologie doit être installée sur des réalisations de grande importance (500 m²).

Elle développe en général des puissances trop élevées pour l'habitat individuel.

Le plus souvent, on couple un système d'hydroaccumulation, pour faire marcher en continu le groupe froid à certaines périodes du jour.

La fiabilité du matériel satisfait l'ensemble des clients.

☐ Echangeur sur nappe phréatique ou puits

Quand cela est possible, cette solution présente l'avantage d'un coût assez bas et d'une température d'eau souvent dans la zone 14-18°C.

☐ Autres sources

Toutes les sources, délivrant une température à 15-16°C, peuvent être utilisées pour rafraîchir un plancher : cela peut être des eaux industrielles, des eaux de process...

LES COMPOSANTS

LA DISTRIBUTION

Le vase d'expansion :

Il est obligatoire. Il doit permettre un maintien de la pression du circuit plancher quelle que soit la température de l'eau dans le circuit. Il est placé sur le retour du plancher au générateur (circuit froid).



La soupape :

La soupape est chargée d'évacuer d'éventuelles surpressions. Elle est tarée à 3 bars.

Le manomètre :

Il indique, en bars, la pression dans le circuit hydraulique, qui doit se situer, à froid, à 1 bar environ et jamais au-dessus de 2 bars.

Il est normal de constater une élévation de pression lorsque le circuit primaire est chaud.



La régulation :

Indispensable au bon fonctionnement de l'installation, elle assure le confort dans l'habitat aussi bien en été qu'en hiver.

Le circulateur :

De type « eau glacée » en rafraîchissement, il permet la circulation du liquide caloporteur entre le générateur et le plancher. Pendant les périodes d'utilisation, il fonctionne en permanence ou peut être asservi au thermostat d'ambiance.

Il est important d'éviter de disposer le circulateur au point bas de l'installation afin que les saletés s'y accumulant ne le détériorent pas.

Les éléments ci-dessus sont très souvent regroupés dans un module hydraulique.

DU SYSTEME

Le purgeur d'air :

Il faut prévoir une évacuation de l'air à chaque point haut ; deux types de purgeurs sont possibles : manuel ou automatique.

La capacité tampon :

Simple ballon de stockage, il évite le fonctionnement des générateurs de chaleur et de froid par intermittences rapprochées et améliore le rendement de l'installation et la longévité du matériel. Sa présence est fonction de la longueur des tubes et de la puissance frigorifique de la PAC (cf. p39).

Les collecteurs :

Communément appelés les collecteurs, il faut faire la distinction entre le **distributeur** et le **collecteur**.

Le distributeur est placé en amont du plancher. Sa fonction est de répartir l'eau en provenance du générateur dans les différentes boucles de tube noyé dans la dalle d'enrobage de chaque pièce.

Le collecteur, placé en aval du plancher, sert à recueillir l'eau en provenance des différents circuits pour la réinjecter dans le générateur.

Ils sont équipés de vannes d'arrêt et d'organes d'équilibrage.



L'antigel :

Comme pour tous les circuits de fluide comportant des passages en plein air, il faut prévoir une protection contre le gel, pour éviter de faire éclater les conduites en hiver.

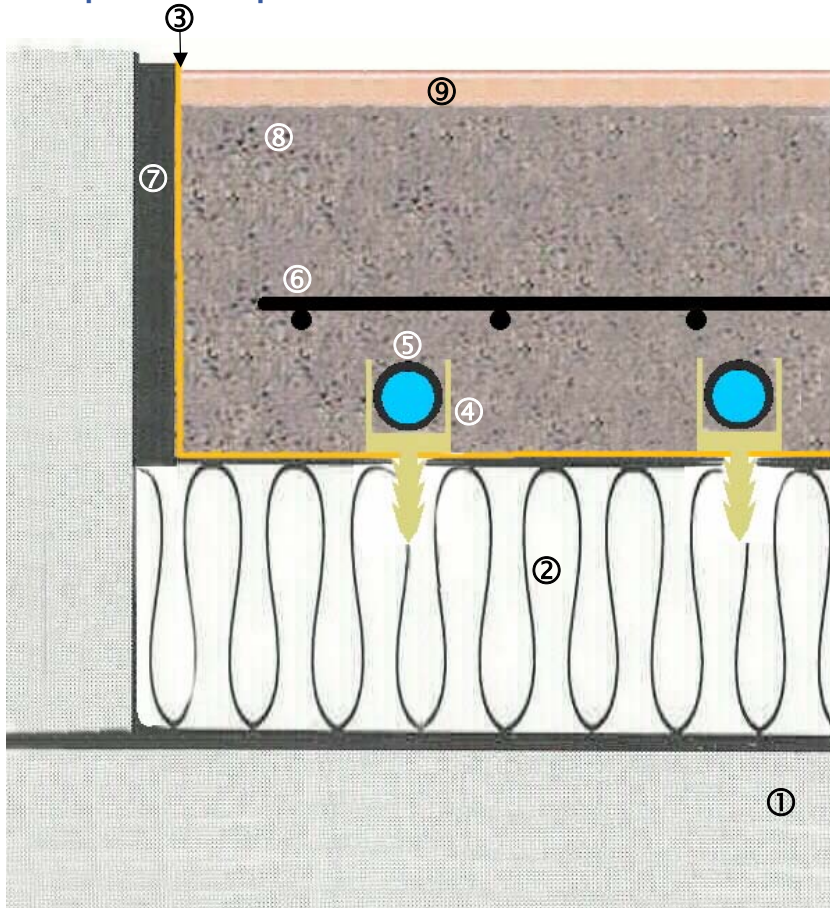
La sensibilité au gel est accrue pendant les périodes d'inoccupation des lieux. Une solution pratique pour éviter le gel est de mettre de l'antigel dans le circuit.

Il est important que l'installateur s'assure que sa concentration est suffisante pour assurer la protection de l'installation contre les plus basses températures de la région.

LES COMPOSANTS

LE PLANCHER

Composition du plancher réversible :



- | | |
|-----------------------|------------------------|
| ① Dalle porteuse | ⑥ Treillis soudé |
| ② Isolant horizontal | ⑦ Isolant périphérique |
| ③ Film de protection | ⑧ Dalle d'enrobage |
| ④ Élément de fixation | ⑨ Revêtement |
| ⑤ Tube PER | |

DU SYSTEME

Les isolants :

Trois matériaux sont généralement utilisés :

Polystyrène expansé ; Polystyrène extrudé ; mousse de Polyuréthane.

La plupart des fabricants proposent le polystyrène expansé même si la mousse de polyuréthane a une conductivité thermique inférieure (0,025 [W/m.K] pour la mousse de polyuréthane et 0,04 [W/m.K] pour le polystyrène expansé).

Les isolants thermiques utilisés en une seule couche doivent avoir une classe de compressibilité I ou II et doivent aussi répondre à des exigences thermiques (cf. p61)

Mode de fixation des tubes :

Quatre modes de fixation principaux existent :

- ❑ Sur treillis métallique : le treillis métallique est posé sur les plaques d'isolant et des colliers permettent de positionner les tubes ;
- ❑ Colliers sur plaque isolante plane : les colliers sont fixés directement sur la plaque d'isolant et permettent de positionner les tubes ;
- ❑ Plaque isolante à plots : des plots à intervalle régulier permettent de positionner les tubes suivant le schéma désiré ;
- ❑ Sur rail à clips : disposé sur l'isolation thermique, sa conformation permet un espacement minimum entre les tubes de 5 cm.

LES COMPOSANTS

LE PLANCHER

Les tubes :

La plupart des tubes sont fabriqués en polyéthylène réticulé (PER). D'autres matériaux tels que le polybutène, le polypropylène ou le cuivre sont aussi parfois mis en œuvre.

Les tubes en matériaux de synthèse sont plus utilisés que les tubes en cuivre car ils sont plus faciles à mettre en œuvre.

Parmi les tubes en matériau de synthèse, le polyéthylène réticulé est le plus courant car il confère une flexibilité supérieure à celle des autres matériaux.

Les tubes en matériaux de synthèse doivent être bénéficiaires d'un avis technique favorable délivré par le CSTB*.

Les circuits de tube ne doivent jamais véhiculer une eau de plus de 50°C en régime courant.



La dalle d'enrobage :

Elle est constituée de béton et d'adjuvant. Cet adjuvant fluidifiant améliore l'enrobage des tubes et augmente la résistance mécanique de la dalle.

Treillis anti-retrait :

Il est destiné à éviter la formation des fissures provoquées par le retrait du béton pendant sa prise et son durcissement.

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*

DU SYSTEME

L'isolant périphérique :

Il permet de désolidariser la dalle flottante des structures verticales du bâtiment et de limiter les déperditions par les bords.

Le revêtement :

En France, des prescriptions techniques recommandent des niveaux de résistance thermique pour le revêtement inférieure à 0,09 m².K / W.

Peuvent être utilisés :



Les carreaux céramiques, dalles de pierre non sensibles à la présence d'humidité, éléments de granit, revêtements plastiques titulaires de la marque NF-UPEC et parquets massifs à coller constitués d'essence de bois exotiques (teck, iroko...) ou d'essences indigènes purgées d'aubier (Chêne, Châtaignier, Robinier).

Sont jugés incompatibles avec un plancher chauffant rafraîchissant :

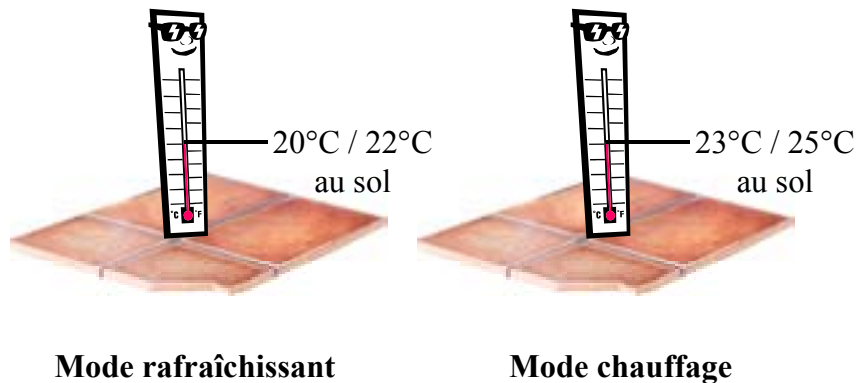


Les parquets flottants, les parquets contrecollés, les revêtements de sols stratifiés flottants, le marbre, les pierres naturelles sujettes aux tâches dues à la présence d'humidité, les moquettes et les dalles plombantes amovibles à envers bitume.

LES AVANTAGES

☐ Température de sol agréablement tempérée

Planchers surchauffés et jambes gonflées sont de l'histoire ancienne. Aujourd'hui, le chauffage par le sol basse température procure un confort absolu largement reconnu par les médecins et phlébologues. Les températures de sol moyenne en chauffage atteignent des valeurs proches de 25 °C.



☐ Esthétique : Aucun élément apparent

Le plancher chauffant libère l'espace intérieur et facilite l'aménagement des pièces par l'élimination de tout corps de chauffe apparent. Le système est parfaitement invisible.

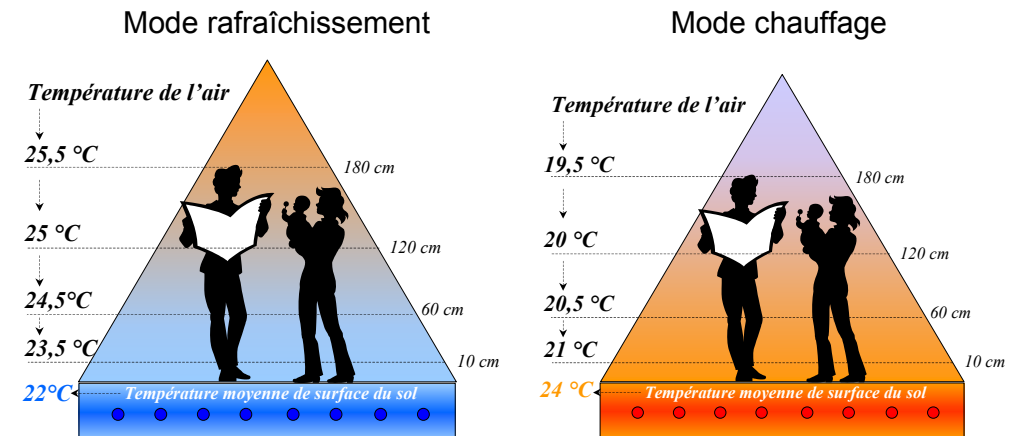
☐ Pas de forts mouvements d'air, ni de soulèvement de poussière

L'eau circulant dans les tubes noyés dans la dalle d'enrobage transforme le sol en une vaste surface d'absorption en rafraîchissement, gage d'une parfaite répartition de la température.

DU SYSTEME

☐ Température ambiante confortable

La température est répartie de façon homogène sur toute la surface de la pièce. Il est possible de régler par zone ou par pièce la température ambiante.



☐ Aucune nuisance sonore

L'absence de ventilateur et de mouvement d'air confère à ce système un confort acoustique optimum

☐ Système réversible

Le plancher chauffant/rafraîchissant assure deux fonctions : le chauffage en hiver et le rafraîchissement en été de locaux.

☐ Economique : Coût d'exploitation très favorable

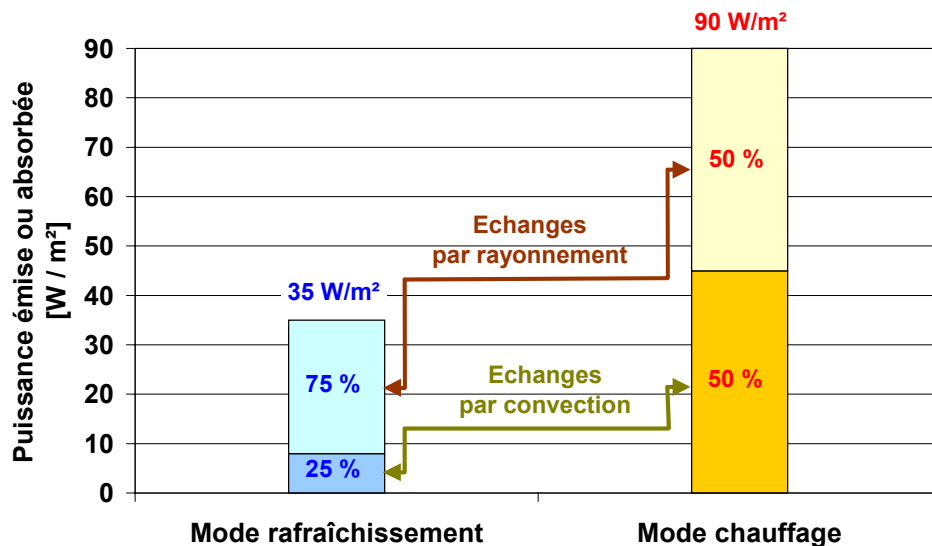
Le plancher réversible utilisant des générateurs à basse température offre un coût d'exploitation compétitif.

LES LIMITES

- ❑ Puissance en mode rafraîchissement pouvant être insuffisante dans les locaux à fortes charges thermiques

Alors qu'en mode chauffage, un plancher peut émettre jusqu'à 90 à 100 [W/m²] dans le respect des limites physiologiques admises (température de sol maxi : 28 °C), en mode rafraîchissement, l'absorption sera au maximum de 35 à 40 [W/m²].

Cette moindre capacité s'explique par le nécessaire maintien du sol à une température suffisante de 19°C à 22°C afin de garantir le confort de l'utilisateur et empêcher les risques de condensation, mais également par un plus faible coefficient d'échange superficiel (environ 7 W/m².K en moyenne contre 12,2 W/m².K pour le chauffage).



Si la capacité d'absorption d'un sol rafraîchissant suffit le plus souvent à couvrir les charges d'été que subissent habituellement les bâtiments d'habitation, elle peut, dans le tertiaire, justifier une puissance d'appoint.

DU SYSTEME

- ❑ Apparition possible de condensation en surface du plancher dans certains cas

Deux types de condensation sont éventuellement possibles :

- ◆ Condensation en surface : risque de glissades, moisissure, influence sur l'esthétisme (taches), dégâts sur le mobilier (pourrissement ou taches sur le bois) ;
- ◆ Condensation en sous-face du revêtement : décollement ou déformation du revêtement (fissure).

Ces problèmes apparaissent seulement si le phénomène de condensation perdure.

Généralement l'origine de la condensation est liée à une température d'entrée d'eau beaucoup trop froide c'est à dire bien en deçà des limites fixées dans le CPT. En effet le Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception et la mise en œuvre d'un plancher réversible à eau basse température indique des températures d'eau minimales d'utilisation en mode rafraîchissement allant de 18°C pour les zones intérieures à 22°C pour les zones côtières méditerranéennes en France.

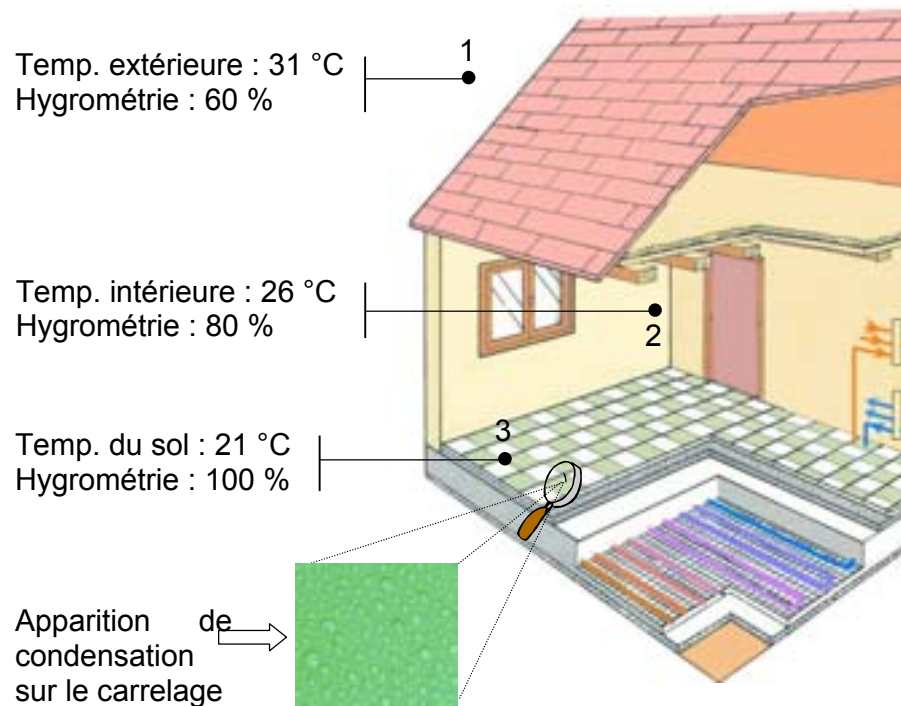
Le respect de ces températures d'entrée d'eau (cf. p62) permet d'éviter le risque de condensation.

LE PHENOMENE

Le plancher réversible apporte en mode rafraîchissement un abaissement de la température de surface de sol assurant ainsi par rayonnement la sensation de fraîcheur.

Cet abaissement de la température du sol peut induire dans certains cas l'apparition d'un phénomène de condensation qu'il est possible d'éviter grâce à la régulation du plancher.

CAS DE CONDENSATION :



DE CONDENSATION

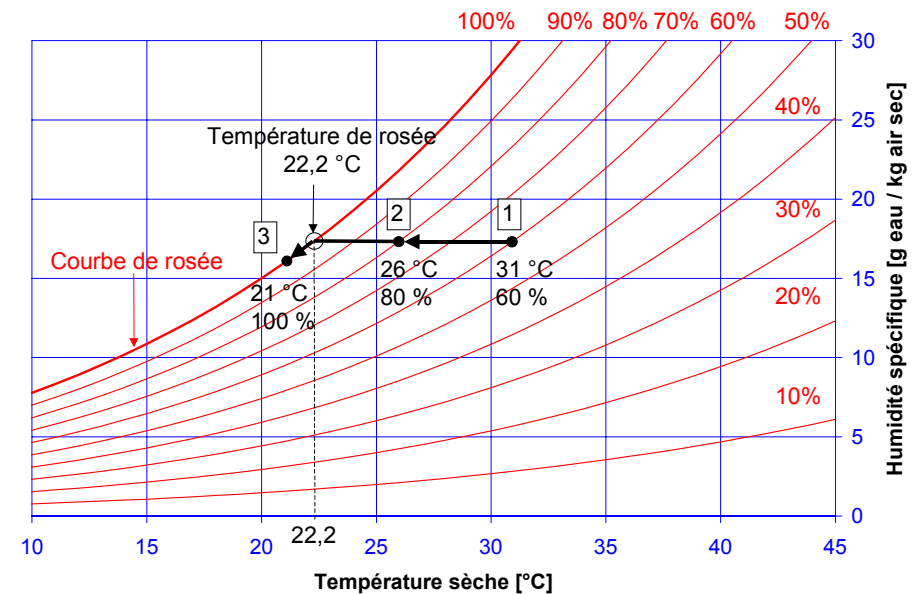
QUELQUES DEFINITIONS :

Température sèche : température de l'air mesurée par le thermomètre.

Humidité spécifique : quantité d'eau contenue dans l'air sous forme de vapeur en kg d'eau par kg d'air sec.

Humidité relative (en %) : rapport de la pression effective de la vapeur d'eau à la pression de vapeur d'eau saturante. Quand cette humidité atteint 100 %, l'air est saturé en eau.

La température de rosée est la température pour laquelle l'humidité contenue dans l'air se condense.



Représentation des points 1, 2, 3 sur le diagramme de l'air humide

LA REGULATION DU

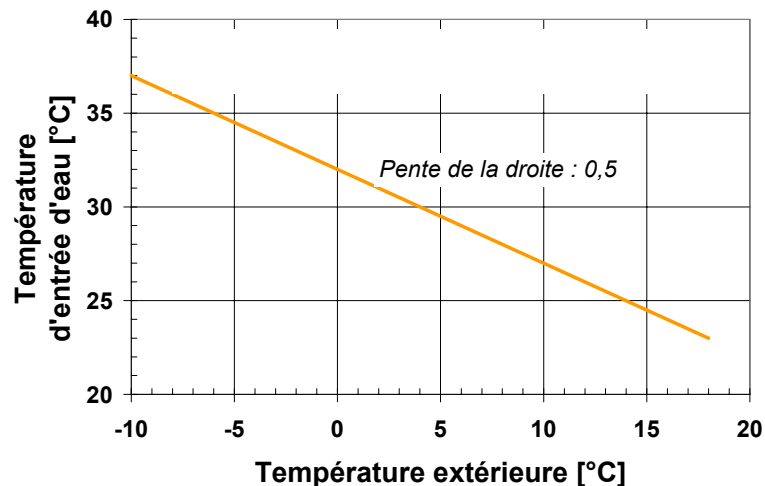
LE PRINCIPE :

La régulation d'un plancher réversible doit être capable de gérer la température d'eau et la température ambiante en rafraîchissement et en chauffage.

Cependant, si en matière de chauffage, l'équipement traditionnel de mesure de température extérieure et de température de l'eau permet de gérer efficacement et confortablement la chaleur, il n'en est pas de même pour le rafraîchissement où certaines influences doivent être prise en compte si l'on veut associer performance et sécurité anti-condensation.

❑ Régulation en mode chauffage :

La plupart des régulations en mode chauffage sont basées sur une loi d'eau. La température extérieure fixe la température d'entrée d'eau.



En complément de cette régulation, une régulation pièce par pièce peut être utilisée afin d'optimiser la dépense énergétique et le confort.

PLANCHER REVERSIBLE

❑ Régulation en mode rafraîchissement :

Deux techniques :

- ☞ **Tout ou rien sur PAC** : Utilisée en résidentiel, elle consiste à prendre une régulation traditionnelle et à fixer la température d'eau du plancher au dessus des seuils critiques de températures de condensation.
- ☞ **Action sur vanne trois voies mélangeuse** : Plus élaborée et utilisée en tertiaire, elle prend en compte tous les paramètres influents (températures extérieure, intérieure, hygrométrie...), ce qui permet d'optimiser le rendement et d'apporter un plus grand confort tout en évitant la condensation.

Quelques tendances :

Dans la plupart des cas, **la grandeur réglée est la température d'entrée d'eau.**

Les grandeurs de sécurité utilisées pour prévenir la condensation peuvent être : une **température de sol limite**, une hygrométrie maximum, une **température d'entrée d'eau minimum fixe ou calculée** en fonction de la température de rosée de la pièce la plus humide.

Quant aux **organes de réglage** les plus utilisés, il s'agit de **vannes trois voies** mélangeuses ou d'action en **Tout ou Rien** sur la production d'eau rafraîchie.

Le basculement des modes de fonctionnement été/hiver (change-over) peut être manuel ou automatique.

LA REGULATION DU

TOUT OU RIEN SUR PAC :

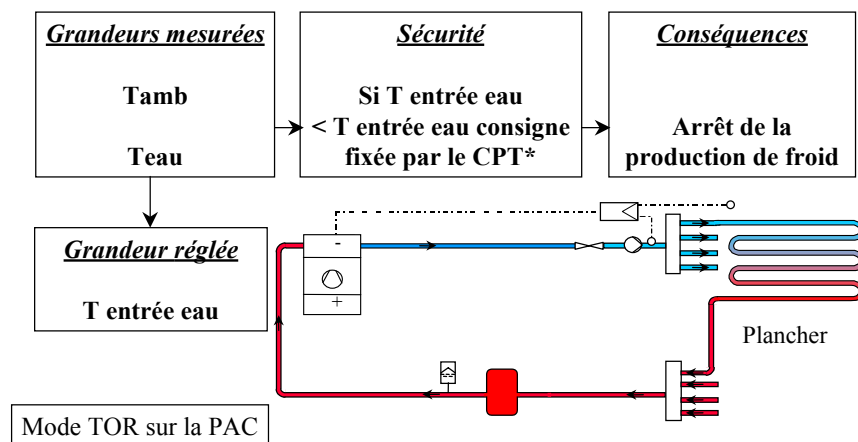
Ici, la température d'entrée de l'eau est fixée quelles que soient les conditions extérieures en choisissant une température d'eau rafraîchie suffisamment haute pour éviter les risques de condensation.

Avec ce système, il n'y a aucun risque d'apparition de condensation, mais il limite fortement les performances du plancher rafraîchissant.

C'est aussi la solution la plus économique lors de l'investissement.

Un ballon tampon peut être nécessaire (cf p. 41) évitant ainsi des séquences trop courtes de marche/arrêt du compresseur usantes.

Exemple de régulation



TOR : Tout Ou Rien

* : Cahier des Prescriptions techniques (cf. p 64)

PLANCHER REVERSIBLE

ACTION SUR VANNE TROIS VOIES MÉLANGEUSE

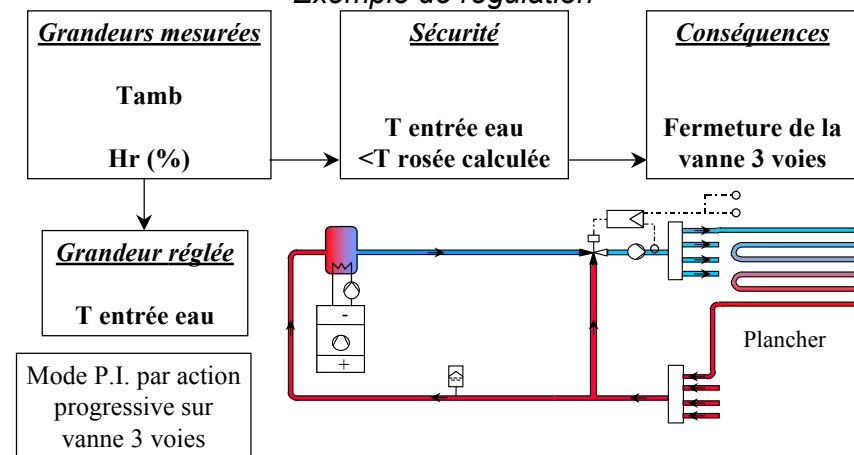
En matière de rafraîchissement par le sol, il faut impérativement que le sol soit toujours porté à une température supérieure à la température de rosée. Or celle-ci varie en fonction de la température et du degré hygrométrique de l'air intérieur.

Une diversité de systèmes de sécurité anti-condensation existent :

- ☞ Température de sol limite fixée par l'installateur en tenant compte de la région climatique ;
- ☞ Hygrométrie mesurée au voisinage du sol ne devant pas dépasser un seuil limite de sécurité ;
- ☞ Un calculateur de la température de rosée.

Tous ces systèmes vont agir sur l'arrêt de la production de froid ou le réglage optimum de la température d'entrée d'eau.

Exemple de régulation



P.I. : Proportionnel intégral

Partie 2 : DIMENSIONNEMENT

Introduction	32
Performances en chauffage	33
Performances en rafraîchissement	34
Détermination de la température de sol	33
• En chauffage	36
• En rafraîchissement	37
Partie hydraulique	38
• La longueur de tubes	38
• Le débit dans chaque boucle	38
• Les pertes de charges.....	38
Partie générateur réversible	40
• La PAC air/eau.....	40
• La PAC eau/eau.....	42

INTRODUCTION

DIMENSIONNEMENT DU PLANCHER CHAUFFANT

Avant 1998 :

Pour le dimensionnement des planchers chauffants, la référence française utilisée était la méthode COSTIC de F.Clain et R. Cadiergues. Les méthodes de calcul proposées par les fabricants étaient basées sur cette méthode.



Depuis 1998 :

Depuis 1998, les professionnels doivent dimensionner les planchers chauffants à dalle flottante selon la norme Européenne du chauffage par le sol EN 1264.



DIMENSIONNEMENT DU PLANCHER RAFRAICHISSANT

Actuellement, il n'existe pas encore de méthode de calcul reconnue pour le dimensionnement d'un plancher rafraîchissant.

Un groupe de travail européen est en train de mettre au point des propositions de norme sur le dimensionnement des systèmes de chauffage et de rafraîchissement par parois rayonnantes.

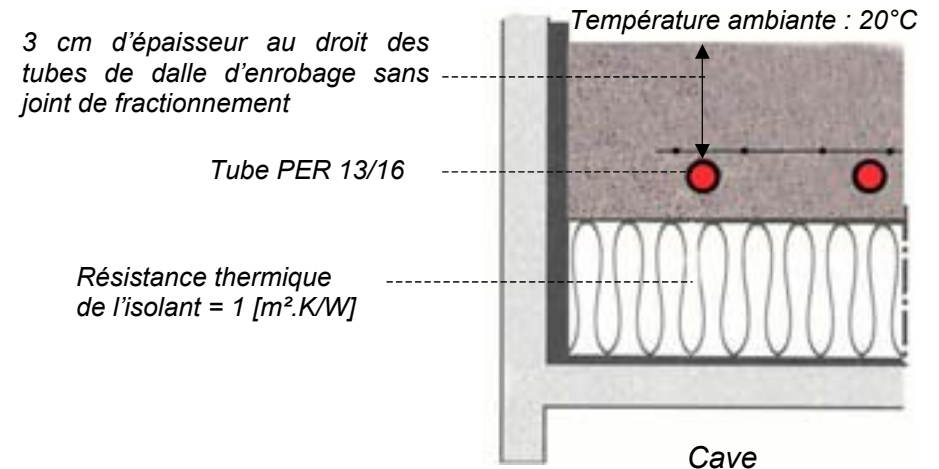
Le plancher réversible doit être dimensionné pour le mode froid ce qui conduit à le surdimensionner pour le mode chaud (Réduction de l'écartement des tubes et diminution des températures d'entrée d'eau en chauffage).

PERFORMANCES EN CHAUFFAGE

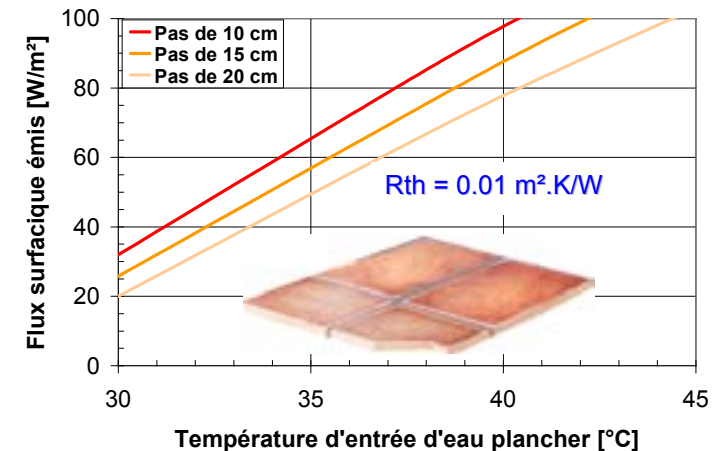
RESULTATS DE CALCUL POUR UN EXEMPLE

Ces résultats ont été calculés à l'aide de la méthode NF EN 1264.

Composition de la dalle d'enrobage choisie (cf inertie p 63) :



Exemple de revêtement : 10 mm de carrelage



PERFORMANCES EN

RESULTATS DE CALCUL POUR DIFFERENTS EXEMPLES

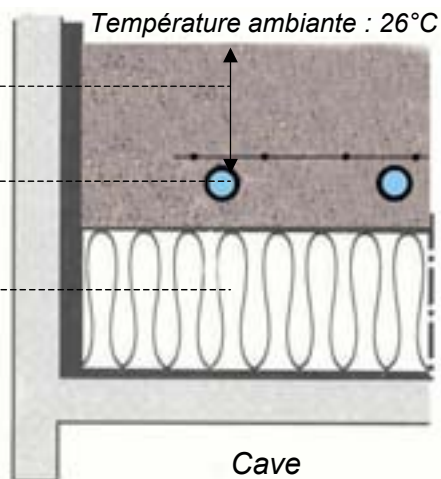
Résultats obtenus à partir d'une adaptation de la méthode NF EN 1264 réalisée par le COSTIC.

Composition de la dalle d'enrobage choisie (cf inertie p 63) :

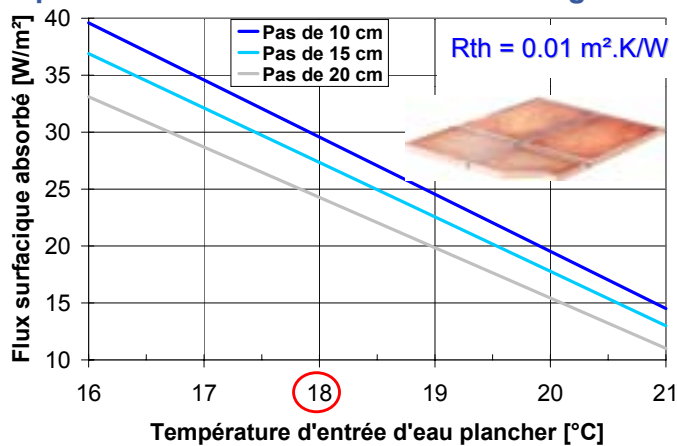
3 cm d'épaisseur au droit des tubes de dalle d'enrobage sans joint de fractionnement

Tube PER 13/16

Résistance thermique de l'isolant = 1 [m².K/W]



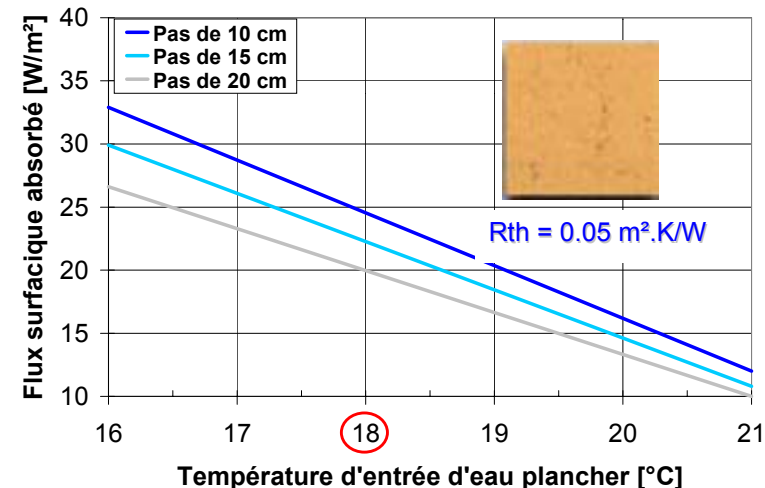
Exemple de revêtement : 10 mm de carrelage



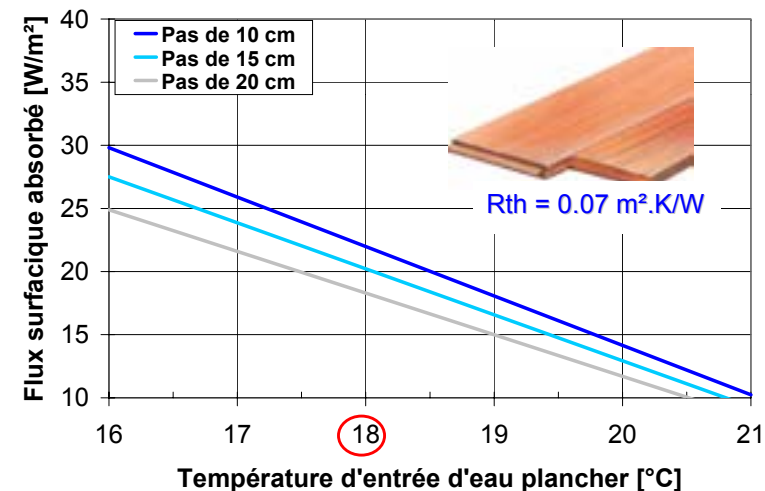
18 : Température d'entrée d'eau minimale pour la zone géographique intérieure définie dans le Cahier des Prescriptions Techniques (Cf page 62)

RAFRAICHISSEMENT

Exemple de revêtement : 2 mm de linoléum



Exemple de revêtement : 10 mm de parquet (Teck)



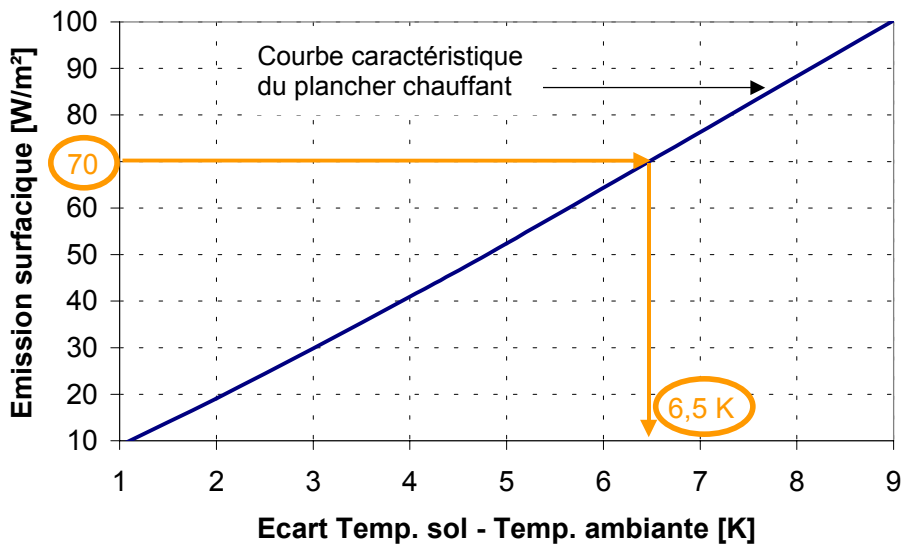
DETERMINATION DE LA

EN CHAUFFAGE

Elle est déterminée grâce à un abaque de la méthode de dimensionnement EN 1264.

A partir de la connaissance de l'émission surfacique de la pièce, il est possible grâce à l'abaque ci-dessous de déduire la température de sol moyenne, connaissant la température ambiante.

Quelle est la température de sol moyenne d'une pièce chauffée par un plancher émettant 70 W/m^2 , la température ambiante étant maintenue à 18°C ?



$$\text{Temp. sol} = 18^\circ\text{C} + 6.5 \text{ K} = 24,5^\circ\text{C}$$

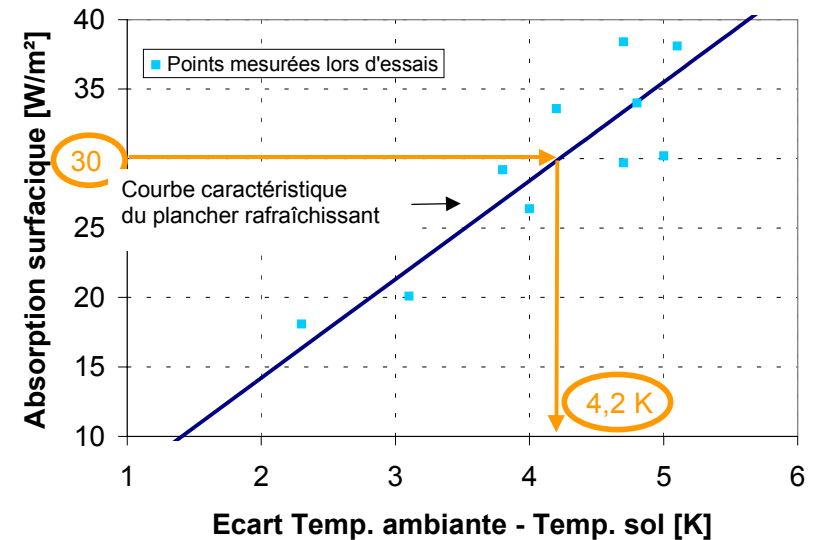
Si la température de sol moyenne déterminée est supérieure à 28°C (limite réglementaire), il faudra augmenter le pas de tube ou diminuer la température d'entrée d'eau.

TEMPERATURE DE SOL

EN RAFRAICHISSEMENT

A partir d'essais d'un plancher rafraîchissant réalisés en cellule climatique au CoSTIC de Digne, une adaptation de l'abaque chauffage ci-contre a été réalisée en rafraîchissement.

Quelle est la température de sol moyenne d'une pièce rafraîchie par un plancher absorbant 30 W/m^2 , la température ambiante étant maintenue à 25°C ?



$$\text{Temp. sol} = 25^\circ\text{C} - 4.2 \text{ K} = 20.8^\circ\text{C}$$

Pour respecter le confort physiologique, la température de sol ne doit pas être inférieure à 19°C .

PARTIE

LA LONGUEUR DE TUBES à installer par pièce est définie à partir du pas retenu lors de l'étude de dimensionnement et à partir de la surface de la pièce.

Longueur de tube = Surface de la pièce [m²] / Pas de tubes [m]

A cette longueur théorique calculée, il est important de rajouter les longueurs de raccords aux collecteurs.

LE DEBIT q DANS CHAQUE BOUCLE

Il est calculé boucle par boucle, en fonction de l'émission surfacique Φ_s [W .m²] (déterminée grâce à la méthode de dimensionnement NF EN 1264), de la surface recouverte par la boucle S [m²], et de l'écart de température d'eau entrée-sortie plancher ΔT_{eau} [K].

$$q = \frac{\Phi_s \cdot S}{\Delta T_{eau} \cdot 1,163} \quad [kg / h]$$

En général pour une PAC, le choix se porte sur $\Delta T_{eau} = 5$ à 7 K

LES PERTES DE CHARGE

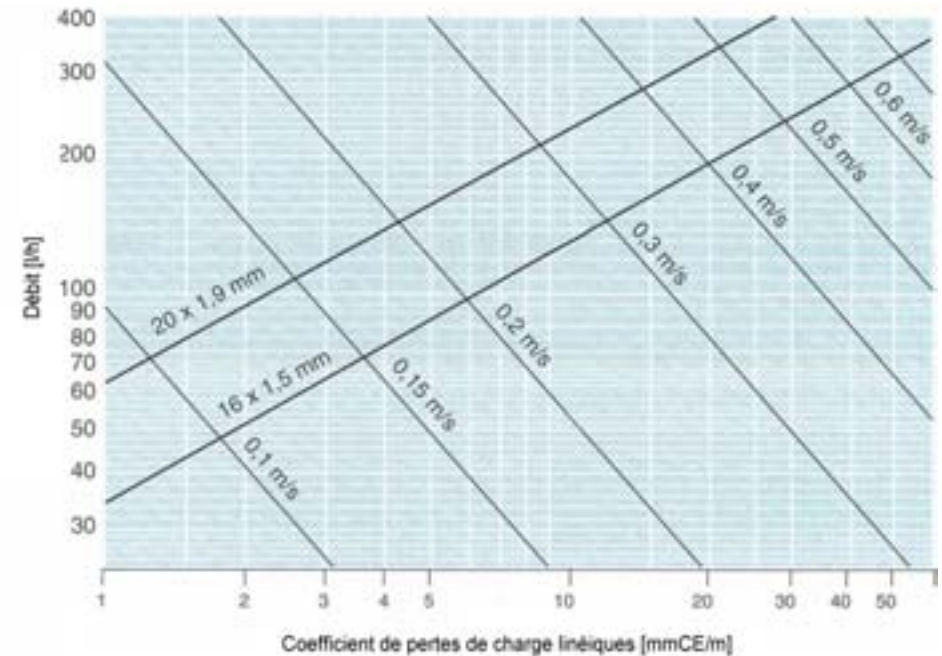
Les pertes de charge d'un circuit sont fonction :

- Du diamètre du tube
- Du débit le traversant
- De la longueur du circuit ou de la boucle

Les fabricants de tube proposent des abaques exprimant en fonction du débit la perte de charge par mètre de tube installé.

HYDRAULIQUE

Exemple d'abaques de pertes de charge

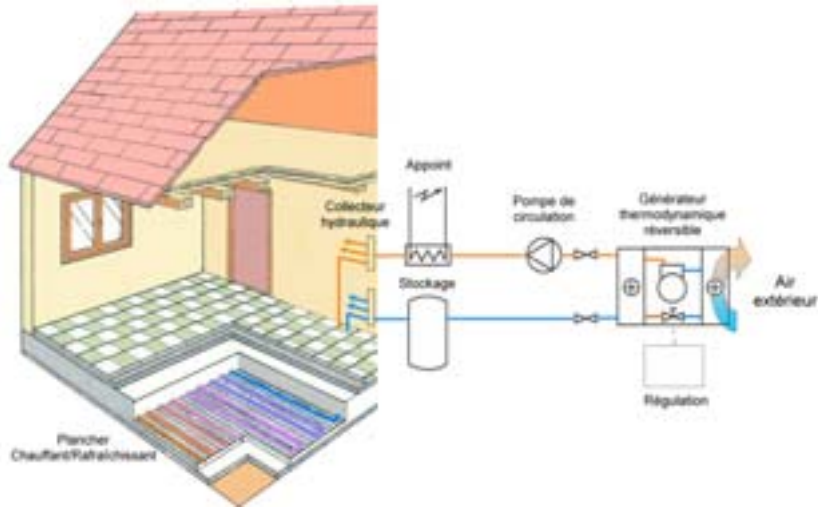


La diversité des longueurs de boucles est à l'origine de la disparité des pertes de charge des circuits.

Le circuit offrant le plus de perte de charge sur une installation sera le repère « Etalon ». Tous les autres circuits seront équilibrés pour compenser la différence de perte de charge, entre le circuit « Etalon » et chaque circuit à équilibrer.

PARTIE GENERATEUR

LA PAC AIR/EAU



La puissance calorifique du système doit être **comprise entre 0,5 fois et 0,7 fois** les déperditions des locaux.

Le tableau ci-après situe la puissance calorifique minimale du générateur thermodynamique à partir des déperditions du local et de la température de base (t_{base}) du lieu :

Déperditions [kW] à t_{base}	5	7	9	10	11	13	15	20	25
t_{base} [°C]	Puissance calorifique minimale [kW] du générateur								
0	2	3	3	4	4	5	6	7	9
-1	2	3	4	4	4	5	6	8	10
-2	2	3	4	4	4	5	6	8	10
-3	2	3	4	4	5	6	6	9	11
-4	2	3	4	4	5	6	7	9	11
-5	2	3	4	5	5	6	7	9	12
-6	2	3	4	5	5	6	7	10	12
-7	3	4	5	5	6	7	8	10	13
-8	3	4	5	5	6	7	8	10	13

REVERSIBLE

La puissance de l'appoint électrique est fonction de la température extérieure de base :

$t_{base} \geq -5 \text{ °C}$ ou si $t_{base} - t_{arrêt PAC} \geq 5 \text{ K}$ → Elle est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base.

$t_{base} < -5 \text{ °C}$ → Elle est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités.

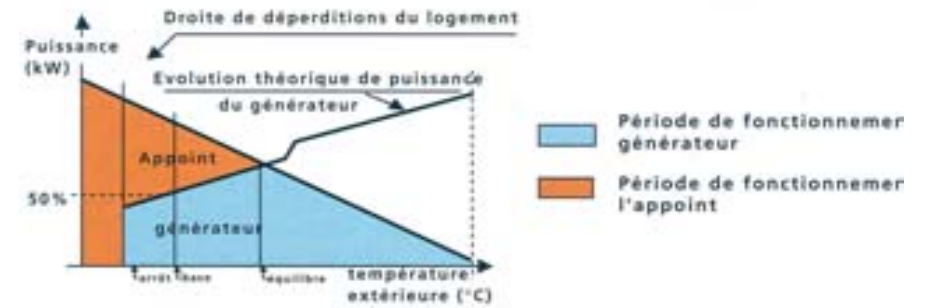


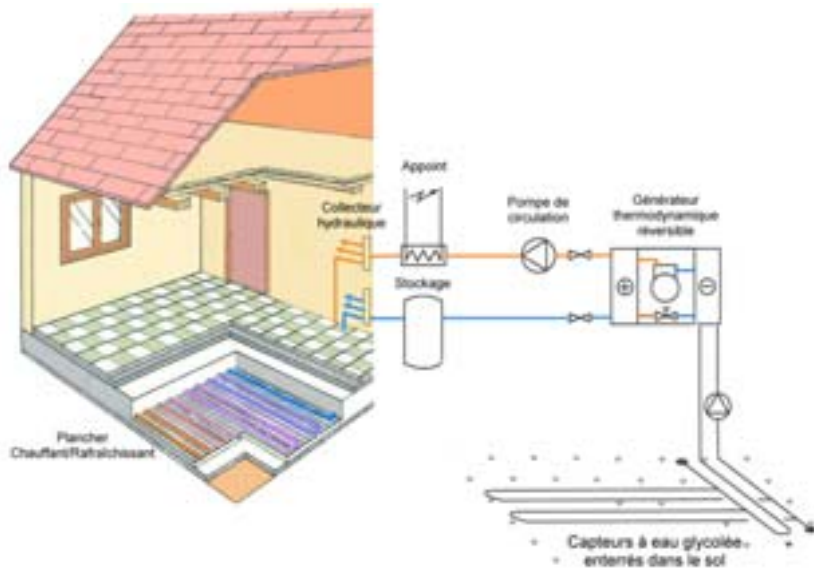
Schéma de principe de fonctionnement d'une installation avec PAC air/eau et appoint

La capacité tampon ayant pour fonction d'éviter des séquences trop courtes de marche/arrêt du compresseur doit être déterminée à l'aide du tableau suivant :

Puissance frigorifique PAC au point nominal froid [kW]	Longueur de tubes dans le plancher [ml]	
	600 à 899	900 et au delà
4	0	0
6	0	0
8	50	0
10	100	50
12	100	50
14	150	100
16	150	100

PARTIE GENERATEUR

LA PAC EAU/EAU



La puissance calorifique du générateur thermodynamique est déterminée en fonction de la température extérieure de base, pour une valeur comprise entre **0,8 et 1,2 fois les déperditions** des locaux équipés d'un plancher chauffant.

La puissance totale de l'ensemble générateur thermodynamique + appoint électrique doit être égale à **1,2 fois les déperditions** des locaux traités par le générateur thermodynamique.

REVERSIBLE

Capteurs enterrés horizontaux :

Les canalisations assurant le captage doivent être disposées horizontalement (en décapage ou en tranchée) et enterrées à une profondeur d'au moins 60 cm. Des distances minimales doivent être respectées entre les tubes et chaque tranchée, et entre les tubes et les autres éléments du site :

Obstacles	Distances minimales à respecter
Arbres	2 m
Réseaux enterrés non hydrauliques	1,5 m
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations...	3 m

Les puissances maximales extraites du sol varient en fonction de la qualité du terrain et de la configuration choisie pour l'installation des capteurs.

Le dimensionnement doit être effectué sur la base de la puissance nominale calorifique selon les valeurs du tableau ci-dessous en tenant compte de la puissance électrique du compresseur :

Configuration	P _{captage} = P _{calorifique nominale} - P _{compresseur}			
	Par mètre de tube [W/m]		Par m ² de terrain [W/m ²]	
	t _{base} < - 10°C	t _{base} ≥ 10 °C	t _{base} < - 10°C	t _{base} ≥ 10 °C
Décapage	12	15	30	37
Capteur à 2 tubes	12	15	30	30
Capteur à 4 tubes	11		37	
Capteur à 6 tubes	8		40	

Partie 3 : MISE EN OEUVRE

Description des interventions	46
• Avant la pose d'un plancher	46
• Percement de cloisons	46
• Pose de collecteurs	46
• Raccordement de circuit	46
• Pose d'isolant.....	47
• Pose du tube	48
• Essais à la pression	51
• Joints de fractionnement et de dilatation	52
• Coulage de la dalle d'enrobage.....	53
• Mise en place du revêtement	54
• La mise en service	55
Planning de pose et gestion des interventions	56
Attentions particulières	58

DESCRIPTION DES

AVANT LA POSE D'UN PLANCHER REVERSIBLE S'ASSURER

- ☞ De la parfaite propreté et planéité de la dalle porteuse. Aucune canalisation autre que les tubes du plancher réversible ne doit être incluse dans la dalle flottante. Les gaines électriques et autres seront noyées dans un ravaillage préalable.
- ☞ Que le bâtiment soit clos, hors eau et hors vent, canalisations sanitaire et électrique installées.

PERCEMENT DE CLOISONS OU DE MURS

Ces passages de parois doivent être réalisés avant la mise en place des isolants de sol en tenant compte de leur épaisseur. Ils s'effectuent dans des fourreaux en tubes souples qui dépassent de part et d'autre des parois de 20 mm. Le vide entre la tuyauterie et le fourreau est rempli d'un matériau élastique et incombustible empêchant la transmission d'éventuelles vibrations.

POSE DES COLLECTEURS

Positionnés dans un placard ou encastrés dans un coffret, ils doivent être situés à plus de 40 cm du sol fini afin d'assurer une bonne purge à la mise en eau et de pouvoir aisément raccorder les tubes. Ils peuvent être isolés afin d'éviter la condensation en mode rafraîchissement.

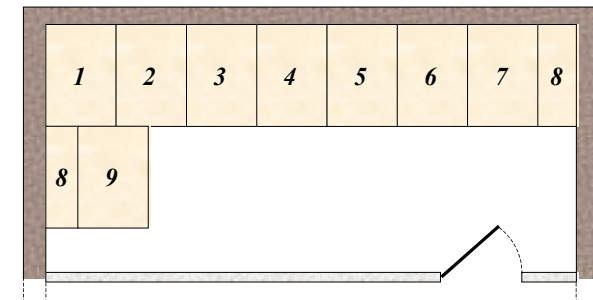
RACCORDEMENT DU CIRCUIT PRIMAIRE AUX COLLECTEURS

Cette intervention doit se faire avant la pose du plancher pour éviter tout refouillement et salissure de la dalle.

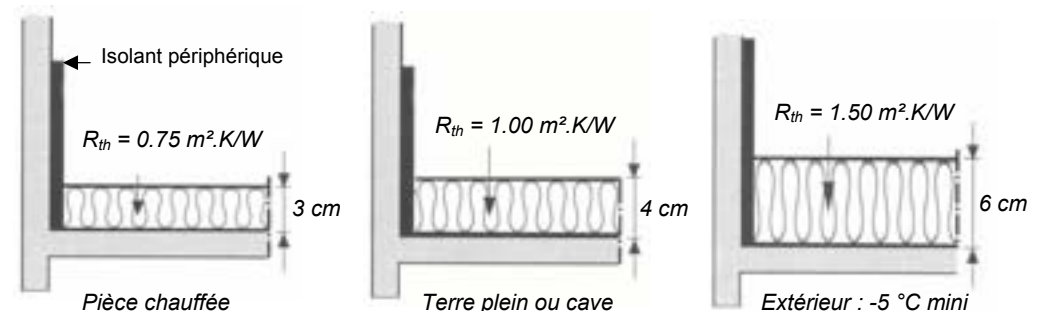
INTERVENTIONS

POSE DES PLAQUES ISOLANTES :

On commencera la pose des plaques par l'angle le plus éloigné de la porte. Les chutes seront systématiquement réutilisées comme indiqué dans la figure ci-dessous.



Exemples d'épaisseur d'isolant généralement utilisée : Dans les trois exemples suivants, l'isolant est du polystyrène expansé d'une conductivité thermique égale à 0.04 W/m.K.



R_{th} : résistance thermique de l'isolant

L'isolant périphérique est destiné à désolidariser la dalle chauffante du gros œuvre et des parties fixes scellées ;
 Il sera placé sur tout le pourtour des pièces.

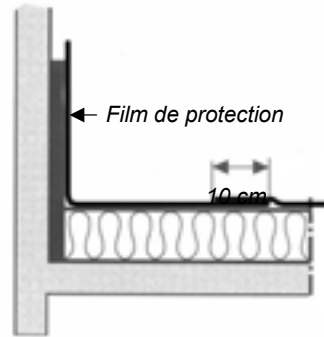


DESCRIPTION DES

POSE DU FILM DE PROTECTION

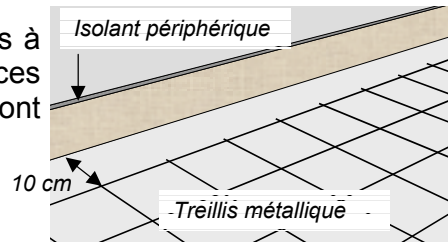
Le film de protection doit recouvrir toute la surface du sol. Chaque bande doit chevaucher et être chevauchée de 10 cm.

Le film remonte au dessus de l'isolant périphérique.

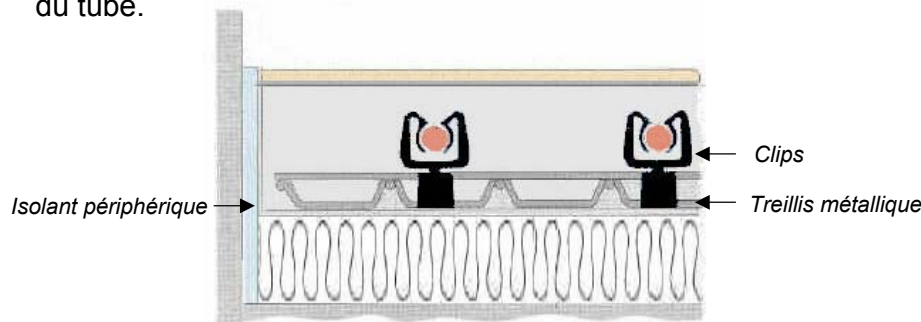


POSE DU TUBE SUR TREILLIS METALLIQUE

Les panneaux de treillis sont placés à 10 cm des murs, cloisons et surfaces neutralisées. Les panneaux sont d'abord placés en périphérie.



Sur les treillis sont disposés des clips qui assureront la tenue du tube.



INTERVENTIONS

POSE DU TUBE SUR PLAQUES ISOLANTES A PLOTS

Grâce aux plots spécialement étudiés, le tube se positionne parfaitement par simple pression du pied sur le tube.



En général, ces plaques sont en polystyrène expansé avec une protection plastique renforcée prévenant la pénétration de l'humidité de la dalle d'enrobage dans le matériau isolant. Dans ce cas, le film de protection n'est pas utilisé.

Les boucles de tube aller retour collecteur :

Chaque boucle doit être d'une seule longueur sans raccord intermédiaire (du collecteur départ au collecteur retour : 80 mètres maximum).

Le tube doit être déroulé à partir de l'extérieur de la couronne manuellement ou avec un dérouleur.



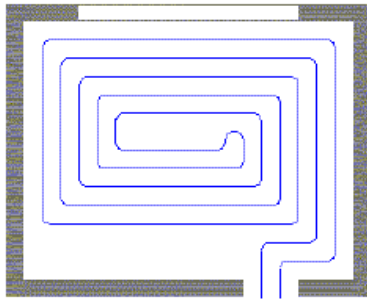
Le tube doit être sectionné à l'aide d'un coupe tube



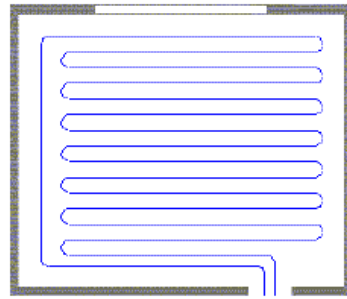
DESCRIPTION DES

MODE DE POSE

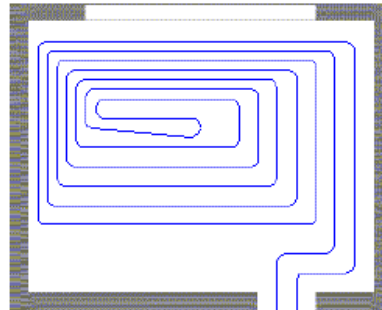
En colimaçon



En serpentín



En colimaçon modulé



Quel que soit le mode de pose utilisé, on peut réaliser une "modulation" du pas afin de resserrer ce dernier dans certaines zones (par exemple au voisinage des murs extérieurs).

Dans un local, les besoins calorifiques sont toujours plus importants près des ouvrants. La pose modulante consiste à diminuer le pas de tube dans ces zones.

Cet écran thermique compense les déperditions plus importantes de ces zones et assure ainsi un meilleur confort.

Les tubes doivent être placés à plus de 10 cm d'un mur fini ou d'une surface couverte (ex : baignoire) et à 20 cm des conduits de fumée et des foyers à feu ouvert.

INTERVENTIONS

RACCORDEMENT DES TUBES AUX COLLECTEURS

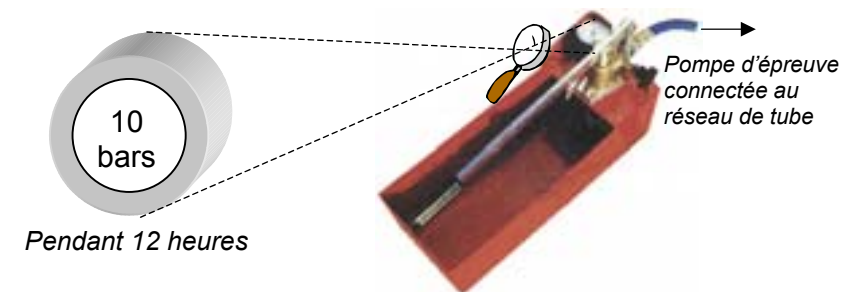
Le raccordement des circuits de tube aux collecteurs se fait à l'aide de raccord spécifiques, avec bague de serrage.



ESSAIS A LA PRESSION D'ÉPREUVE

Avant le coulage de la dalle, l'installation sera rincée, puis remplie en utilisant un mélange eau et antigel préalablement homogénéisé (si nécessaire).

Les tubes du plancher doivent être éprouvés avant enrobage par une mise sous pression de 10 bars (Tube en PER).



DESCRIPTION DES

LES JOINTS DE FRACTIONNEMENT ET DE DILATATION

Les joints de fractionnement sont destinés à éviter la formation non maîtrisée des fissures de surface provoquées par le retrait du béton durant sa prise. Il complète l'action du treillis anti-retrait.

Ces joints n'intéressent qu'une partie de la dalle d'enrobage (1/3 de son épaisseur) et peuvent être réalisés lors de la coulée.

Ils sont à prévoir pour toute surface supérieure à 40 m², la plus grande longueur étant toutefois inférieure à 8 m.

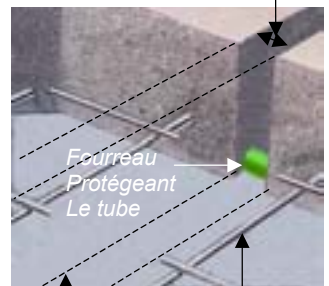
Joint de fractionnement



Les joints de dilatation intéressant la totalité de la hauteur du bâtiment doivent être respectés par les autres corps d'état et sont réalisés au plus tous les 150 m², la plus grande longueur restant inférieure à 15 mètres.

Il faut éviter le passage des tubes au travers des joints de dilatation.

Joint de dilatation



Isolant Treillis anti-retrait

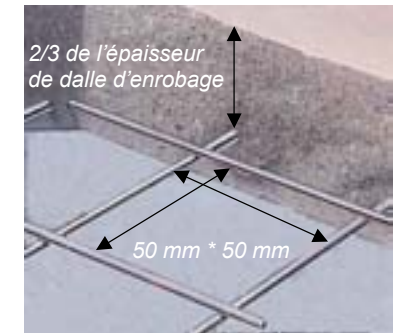
Dans l'impossibilité, il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas entraîner les mouvements relatifs des deux parties du bâtiment (lyre...).

INTERVENTIONS

COULAGE DE LA DALLE D'ENROBAGE

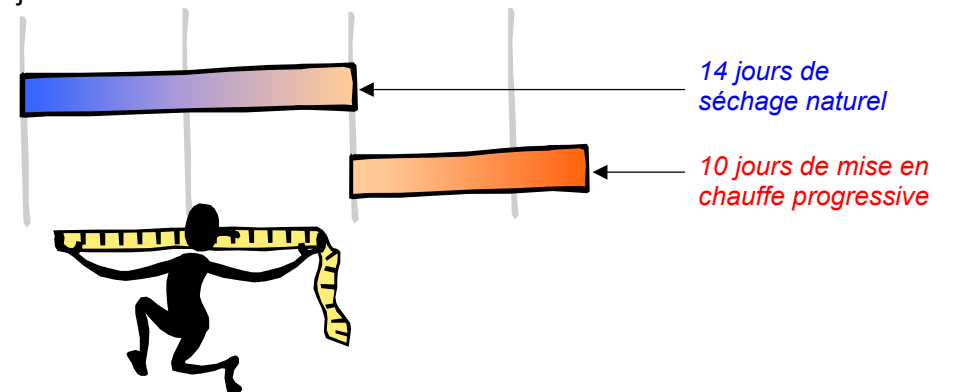
L'exécution de la dalle impose l'utilisation de béton dosé à 350 kg minimum de ciment par m³ de béton en utilisant des agrégats naturels (sable et gravillon) dont la granulométrie ne dépasse pas 16 mm.

Le treillis anti - retrait doit être posé à hauteur du tiers inférieur de la dalle d'enrobage et être d'une maille minimale de 50*50 mm et d'une masse minimale de 650 g/m².



Durant le coulage de la dalle, les tubes seront maintenus sous pression de service (3 bars maxi) et ce jusqu'à prise totale du béton d'enrobage.

Le délai de séchage de la dalle d'enrobage ciment est de 24 jours minimum.



DESCRIPTION DES

MISE EN PLACE DU REVETEMENT DE SOL

La résistance thermique des revêtements de sol employés doit être inférieure ou égale à 0,09 [m².K/W] (Nature des revêtements utilisés : cf. p17).

Revêtements durs : carreaux céramiques , dalles de pierre calcaire, éléments de granit.

Il existe deux modes de fixation des revêtements durs au dessus de la dalle d'enrobage :

- ☞ Le scellement sur mortier (cf. NF DTU 52-1)
- ☞ Le collage sur dalle d'enrobage sèche (cf. CPT)



Revêtements plastiques titulaires de la marque NF-UPEC :

Ils sont à coller sur la dalle d'enrobage. Une mise en température préalable est indispensable. Le chauffage de la dalle d'enrobage doit être interrompu 48 heures avant l'application du revêtement et 48 heures après la pose.



Parquets (essences exotiques ou indigènes purgées d'aubier) :

Le parquet doit être collé. Il incombe de veiller à ce que le bois du parquet soit bien sec au moment de la mise en place.



D'autres règles impliquent :

- ☞ La mise en service du chauffage pendant les 2 semaines précédant la pose du parquet ;
- ☞ Son arrêt pendant la pose du parquet.

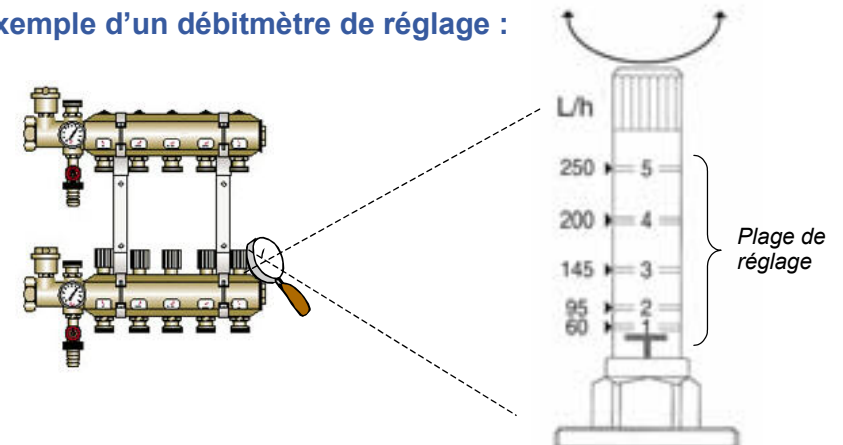
INTERVENTIONS

LA MISE EN SERVICE :

- ☞ Les préalables d'utilisation sont :
 - ◆ le rinçage, le remplissage et l'essai d'étanchéité de toute l'installation,
 - ◆ puis la mise en service de la pompe de circulation, du générateur ainsi que de la régulation.
- ☞ Ces opérations doivent être accompagnée de la vérification du bon fonctionnement des purgeurs, du vase d'expansion ainsi que des robinets de réglage sur les collecteurs.
- ☞ Un réajustement des débits par boucle aux fins d'équilibrage doit être impérativement réalisé.

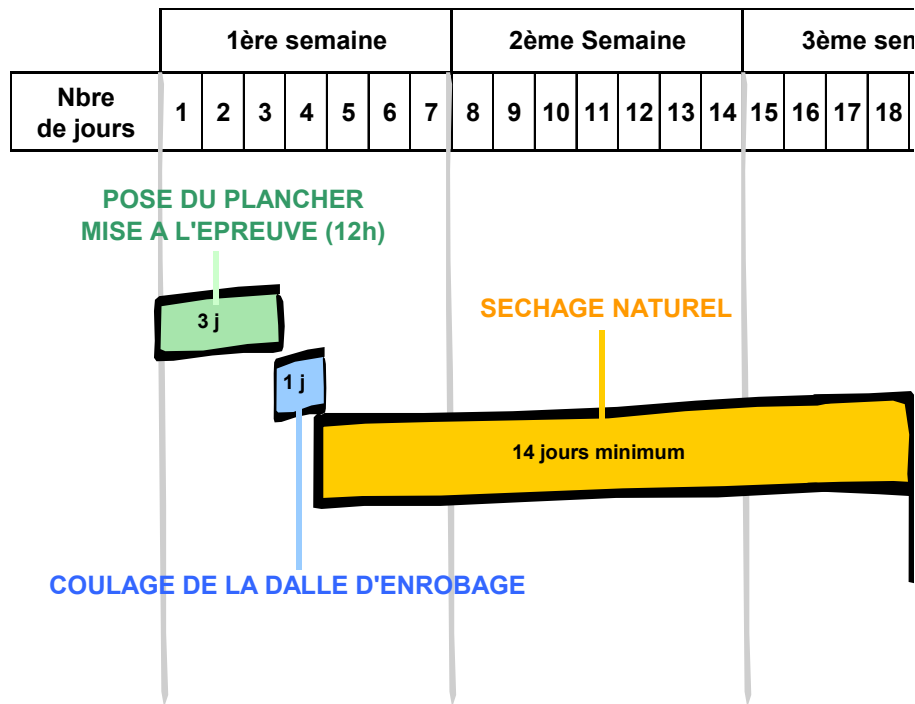


Exemple d'un débitmètre de réglage :



Les valeurs des débits à régler sont définis boucle par boucle lors du dimensionnement du plancher.

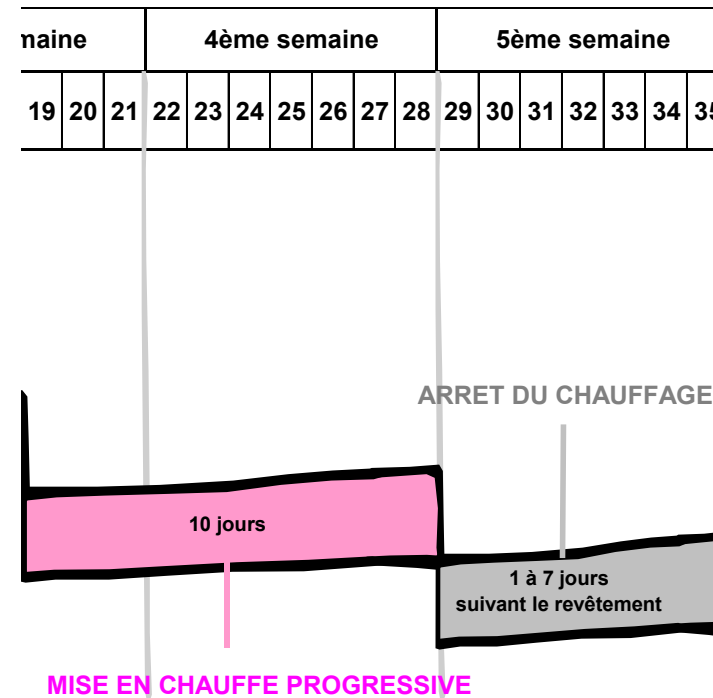
PLANNING DE GESTION DES



Coulage de la dalle :

La dalle doit être coulée seulement après que les essais d'étanchéité et de tenue à la pression aient donné satisfaction.

POSE ET INTERVENTIONS



Première mise en température

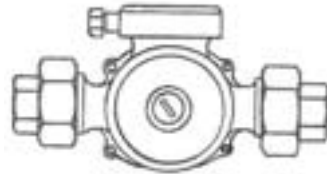
Elle est obligatoire.

Réalisée par l'entrepreneur de chauffage, elle doit être conforme au § 5 du DTU 65-8. La température du fluide chauffant est progressivement portée à la température de consigne en étalant cette progression sur 10 jours.

ATTENTIONS

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE :

- Le ou les circulateurs utilisés en mode rafraîchissant doivent être de type « eau glacée ».



- Lorsque l'installation de plancher réversible comporte deux générateurs (source froide «Groupe d'eau glacée» et source chaude « Chaudière »), veillez à assurer l'expansion des deux circuits :
 - Soit en positionnant le vase d'expansion sur un tronçon communs aux 2 sources ;
 - Soit en s'assurant de la présence d'un vase d'expansion sur chaque source.

Quelques points particuliers sont aussi à respecter pour se prémunir des risques de condensation sur les parties d'installation en contact avec l'air ambiant ou extérieur :

- Toutes les canalisations hors plancher doivent être calorifugées ;



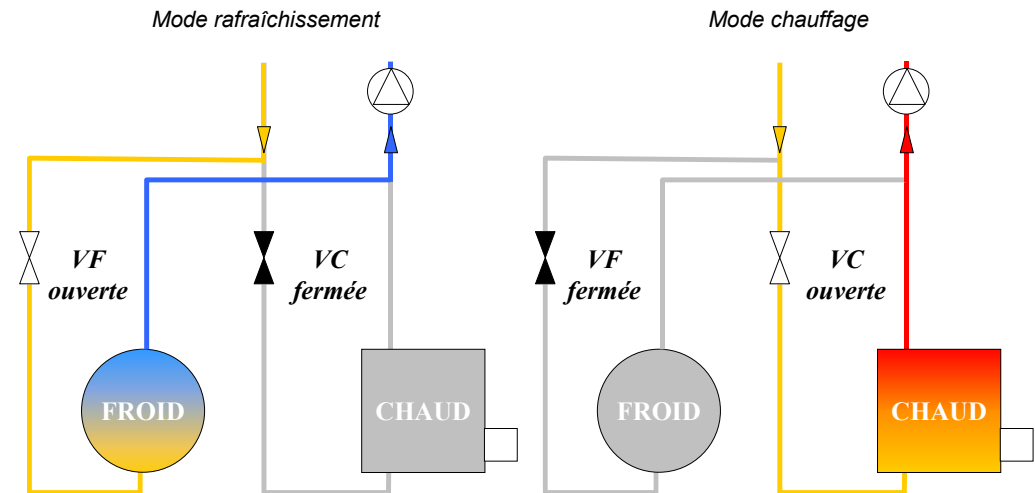
- limiter à 6 le nombre maxi de circuits par collecteur. Prolonger l'isolation des tubes de raccordement des circuits aux collecteurs dans la dalle sur un mètre au moins, afin de ne pas constituer une zone froide au pied des collecteurs ;
- Les mêmes précautions sont à prendre dans les zones de concentration des tubes (couloirs par exemple).

PARTICULIÈRES

AIGUILLAGE DES FLUIDES (Cas de 2 générateurs)

Le passage de la saison hiver à la saison été s'effectue par aiguillage de la source adéquate vers l'installation en manœuvrant des vannes de façon manuelle ou automatique.

Schémas de principe



VF : Vanne d'aiguillage fluide froid
VC : Vanne d'aiguillage fluide chaud

La mise en service d'une installation de plancher réversible débutera toujours par une période de chauffage

Partie 4 : PRESCRIPTIONS ET RECOMMANDATIONS

Prescriptions techniques	62
• Le cahier des prescriptions techniques	62
• Les points importants du CPT	62
Recommandations à respecter	66
• Type de construction.....	66
• Type de local.....	67
Précautions d'usage	68
Diagnostic d'incidents	69
• Ambiance trop chaude	69
• Détérioration du revêtement.....	69
• Fortes présences de particules dans l'eau	69

PRESCRIPTIONS

LE CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES (CPT)

Afin de permettre aux professionnels de réaliser en toute sécurité des planchers réversibles dans le cadre de prescriptions techniques reconnues, le groupe spécialisé n°14 piloté par le CSTB a décidé en 1996 la création d'un groupe de travail afin de rédiger un Cahier de Prescriptions Techniques sur les planchers réversibles à eau basse température.

Il est applicable depuis novembre 1998.

Son contenu :

Ce document définit des exigences complémentaires aux normes et textes en vigueur, auxquelles doit répondre un plancher réversible.

Ces exigences sont des limitations d'emploi ou des spécifications supplémentaires de conception, de mise en œuvre et d'exploitation.

Domaine d'application :

Ce document est applicable aux travaux exécutés dans les locaux d'habitation, d'hébergement ou de bureaux. Il traite exclusivement des planchers en dalles flottantes rapportées.

Il s'applique pour les climats de la France métropolitaine.

Ce CPT est assez restrictif dans le but d'éviter toute contre-performance d'une installation de plancher réversible, le risque majeur découlant des condensations possibles sur le sol.

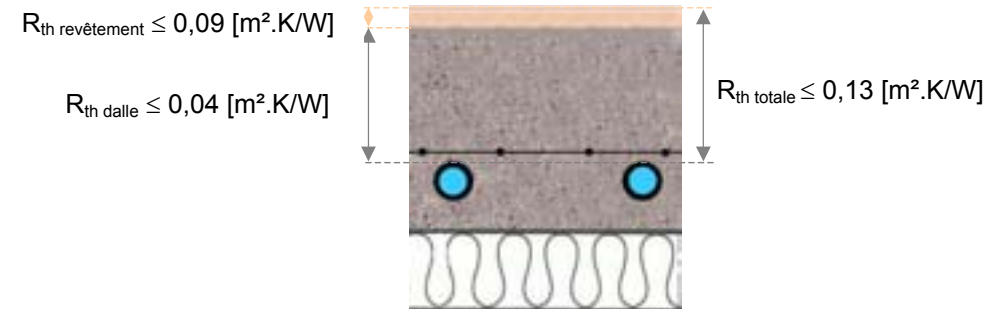
Les points importants du CPT :

❑ Revêtements de sol

La résistance thermique R_{th} au dessus du tube ne dépassera pas **0,13 [m².K/W]** :

TECHNIQUES

- ☞ 0,09 [m².K/W] maximum pour le revêtement y compris l'isolation acoustique éventuelle
- ☞ 0.04 [m².K/W] maximum pour la dalle d'enrobage



❑ L'isolant thermique

L'isolant doit en particulier répondre à des exigences thermiques données dans le tableau ci dessous.

Local sous-jacent	Pièces chauffées	Cave / terre plein	Temp ext mini 0°C	Temp ext mini -5°C	Temp ext mini -15°C
Résistance thermique (m ² .K/W)	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00

❑ Sécurité

Un dispositif de sécurité indépendant de la régulation doit couper impérativement la fourniture de froid au niveau du plancher lorsque la température d'eau atteint 12°C.



Si Température d'eau < 12°C



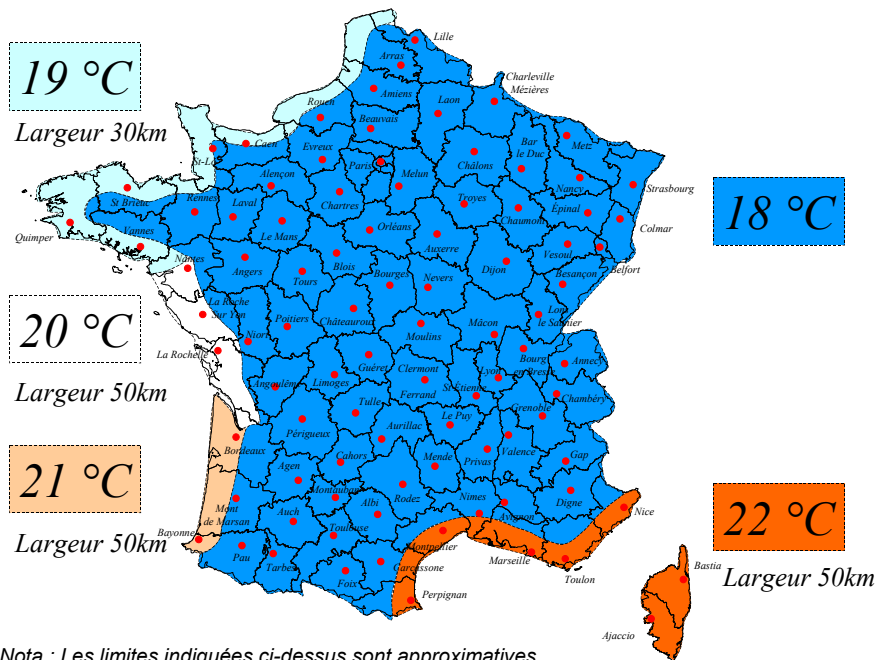
Arrêt de la production de froid

PRESCRIPTIONS

Les points importants du CPT :

Régulation : température d'entrée d'eau minimale

En mode rafraîchissement, on veillera à la température minimale d'entrée d'eau du plancher. Cette température est définie en fonction de la situation géographique selon la carte présentée ci-dessous.



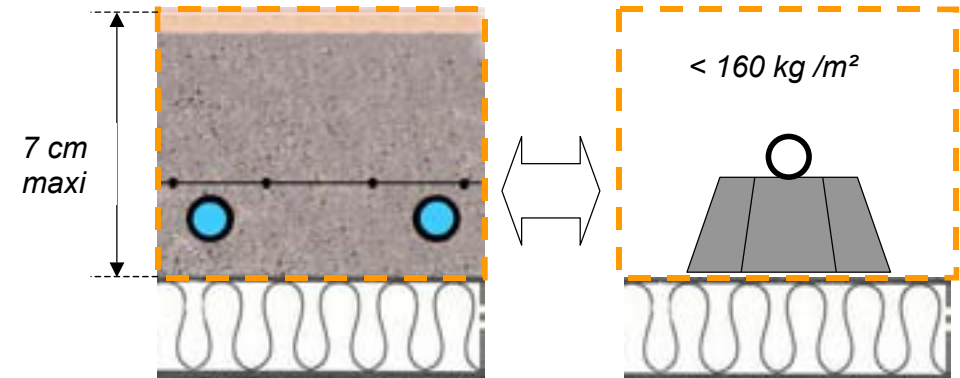
Le circuit doit comporter un dispositif limitant la température à l'entrée du plancher à la température ci-dessus. Ce dispositif peut être intégré à la régulation. Si un fabricant décide de commercialiser un système de régulation utilisant des températures d'entrée d'eau plus basses alors seul un avis technique spécifique à sa régulation peut lui autoriser la vente.

TECHNIQUES

Les points importants du CPT :

Inertie de la dalle d'enrobage

Il y a lieu de veiller à ce que les dalles d'enrobage ne présentent pas une trop forte inertie thermique, c'est à dire une masse surfacique trop lourde : la masse comptée au dessus de l'isolant (y compris la masse du revêtement de sol) doit être inférieure à 160 kg/m² de plancher.



Expansion

En rafraîchissement le volume d'expansion est toujours inférieur à celui nécessaire en mode chauffage. Dans le cas de vase unique aux deux modes de fonctionnement, le dimensionnement sera fait sur la base chauffage.

Il faut s'assurer que le vase choisi est utilisable avec de l'eau froide.



RECOMMANDATIONS

TYPE DE CONSTRUCTION

Inertie de la construction :

Il est préférable que l'inertie du bâtiment soit forte.

Pour les constructions sans inertie (type bardage double peau), l'efficacité du rafraîchissement n'est pas garantie.



Surface de vitrage :

Il faut que les surfaces de vitrage par rapport aux surfaces des murs extérieurs ne soient pas trop importantes (<20% de la surface des murs en limitant les expositions sud-sud ouest).



Protection solaire :

L'usage estival des volets, stores et autres masques susceptibles d'équiper les ouvrages sont à conseiller à l'utilisateur, soucieux de son budget énergétique et de son confort.

Il est, par conséquent, indispensable d'occulter par l'extérieur les baies vitrées exposées à l'ensoleillement pour une meilleure protection contre les apports externes.



A RESPECTER

TYPE DE LOCAL

Les locaux les plus adaptés :

- ☞ Habitats collectif et individuel
- ☞ Bureaux

Les apports internes par les appareils doivent être faibles ; attention aux salles d'ordinateurs et matériels dégagant de forts taux d'humidité.

Les locaux à proscrire :

Les pièces à proscrire sont celles où le degré hygrométrique et/ou les charges internes sont trop élevés. Par exemple : salle de réunion, cuisine, salle de bains, usines à process, locaux industriels...



Un dispositif doit permettre de couper l'alimentation en eau rafraîchie de la boucle salle de bains et cuisine en mode froid.

PRECAUTIONS D'USAGE

Bien conseiller son client :

Il faut préciser à l'utilisateur les conditions d'utilisation et les limites d'emploi.

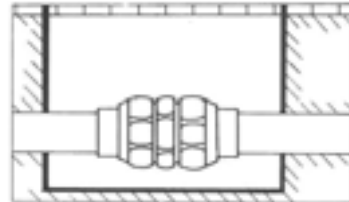
Il faut notamment lui déconseiller d'intervenir sur les réglages de la régulation.

Il est recommandé à l'utilisateur de souscrire un contrat d'entretien périodique de l'installation.

Réparation de circuits :

La réparation d'un tube accidentellement endommagé (perçement, gel...) dans la dalle d'utilisation de raccords de jonctions spéciales. Ces raccords doivent être placés sur une partie rectiligne du tube, jamais dans une boucle.

Ils doivent rester accessibles et implique d'un regard de visite.



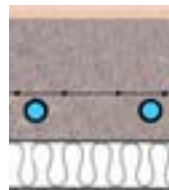
Percements ultérieurs :

Tous les percements ultérieurs dans le béton sont à éviter.



Tapis :

L'utilisation de tapis est déconseillée car ceux-ci risquent de limiter fortement les performances en rafraîchissement. Néanmoins s'ils sont utilisés, leur surface ne doit pas dépasser 25 % de la surface de la pièce.



DIAGNOSTIC D'INCIDENTS

QUELQUES EXEMPLES :

Ambiance trop chaude :

Causes	Solutions envisageables
Mauvais calcul du pas (trop grand)	Pas de solution (Utilisation des méthodes de dimensionnement au préalable)
Apports trop importants	Augmenter l'isolation Ajouter stores, persiennes
Faible inertie du bâtiment	Pas de solution Ajouter un autre mode de rafraîchissement (splits)
Mauvais équilibrage des départs	Réajuster les réglages de débits par boucle définis lors du dimensionnement.
Entartrage des circuits en amont du plancher (chute du débit et augmentation ΔT entrée-sortie plancher)	Vérifier le système de traitement de l'eau Nettoyage de l'installation par traitement du tartre ou nettoyage à l'acide

Détérioration du revêtement de sol : décollement, moisissure...

Causes	Solutions envisageables
Condensation occasionnelle au niveau du sol	Remonter la température d'eau minimale
Condensation à l'interface revêtement / dalle d'enrobage	Remonter la température d'eau minimale

Fortes présences de particules dans l'eau purgée du circuit :

Causes	Solutions envisageables
Développement de bactéries et d'algues	Appliquer un algicide Installer un pot à boue en point bas
Sous-produits de corrosion	Si présence de glycol, effectuer une analyse d'eau pour évaluer les réserves alcalines

Partie 5 : POUR EN SAVOIR PLUS

La réglementation	72
Autres publications	73
Quelques adresses utiles.....	72

LA REGLEMENTATION

Objet	Texte de référence	Valeurs limites
Température de sol maximale (mode chaud)	Arrêté du 23 Juin 1978	28 °C
Température de départ d'eau maximum (mode chaud)	DTU 65-8	50 °C
Température de départ d'eau minimale (mode froid)	CPT	de 18 à 22°C
Température de départ d'eau minimale de sécurité (mode froid)	CPT	12 °C
Pas de pose maximum	DTU 65-8	35 cm
Isolation		
	Resistance thermique minimale	CPT
	compressibilité	
Isolation périphérique	DTU 65-8	
Enrobage béton		
	Dosage	DTU 65-8
	Epaisseur minimale	
	Armature	
	Masse surfacique limite	
Tube	Avis techniques	
Résistance thermique maximale du revêtement de sol	CPT	
Dimensionnement plancher chauffant	EN 1264	
Mise en oeuvre d'un système de plancher réversible	DTU 65 - 8 et CPT	

N.B. : Ce tableau concerne les dalles flottantes isolées utilisant des tubes en matériaux de synthèse.

LES AUTRES PUBLICATIONS

- Systèmes thermodynamiques Air/Eau associés au plancher chauffant – rafraîchissant dans le résidentiel**
 EDF, COSTIC, AFF
 Disponible auprès du CFE
- Systèmes thermodynamiques Eau/Eau associés au plancher chauffant – rafraîchissant dans le résidentiel**
 EDF, COSTIC, AFF
 Disponible auprès du CFE
- Systèmes thermodynamiques Air/Eau associés au plancher chauffant – rafraîchissant dans le collectif**
 EDF, COSTIC, AFF
 Disponible auprès du CFE
- Systèmes thermodynamiques Eau/Eau sur nappe phréatique associés au plancher chauffant – rafraîchissant dans le collectif**
 EDF, COSTIC, AFF
 A paraître
- Guide de conception et de mise en œuvre des systèmes thermodynamiques**
 PROMOTELEC

QUELQUES ADRESSES UTILES

CFE

Espace elec-cnit
2, place de la Défense – BP 4 – 92053 Paris la Défense
Tél. : 01 41 26 57 30 – Fax : 01 41 26 57 56
Site Internet : <http://www.espace-elec.com/cfe>

PROMOTELEC

Espace elec-cnit
2, place de la Défense – BP 9 – 92053 Paris la Défense
Tél. : 01 41 26 56 60 – Fax : 01 41 26 56 79
Site Internet : <http://www.espace-elec.com/promotelec>

AICVF

66, rue de Rome – 75008 Paris
Tél : 01 53 04 36 10 – Fax : 01 42 94 04 54
Site Internet : <http://www.aicvf.org>

FFIE

5, rue Hamelin – 75116 Paris
Tél. : 01 44 05 84 00 – Fax : 01 44 05 84 05
Site Internet : [internet : http://www.ffie.fr](http://www.ffie.fr)

FFB - UCF

9, rue la Pérouse – 75784 Paris cedex 16
Tél. : 01 40 69 52 94 – Fax : 01 40 70 95 29
Site internet : <http://www.ucf.fr>

COSTIC

Domaine de St-Paul – BP 66
78470 St-Rémy-Lès-Chevreuse
Tél. : 01 30 85 20 10 – Fax : 01 30 85 20 38
Site internet : <http://www.costic.asso.fr>

COCHEBAT

11 bis, rue de Milan
75009 PARIS
Tél. : 01 53 32 79 79 - Fax : 00 33 1 53 32 79 70
Site Internet : <http://www.cochebat.org>

Ce document résulte de la collaboration entre Electricité de France (EDF) et la Fédération Française du Bâtiment (FFB).

Il a été rédigé par Eric MICHEL et Frédéric BONNEFOI, COSTIC, avec la participation d'un groupe de travail composé de représentants :

- d'Électricité de France (EDF)
- de la Fédération Française du Bâtiment (FFB)
- de l'Union Climatique de France (UCF-FFB)
- de la Fédération Française des Installateurs Electriciens



FFIE

FÉDÉRATION FRANÇAISE DES
INSTALLATEURS ELECTRICIENS

