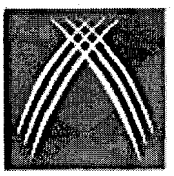
Gestion INIS
Doc. Enreg. le 8/12/2002
N° TRN FR0300837

FFB
FEDERATION FRANÇAISE DU BATIMENT

UNION CLIMATIQUE DE FRANCE



COSTIC
COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES INDUSTRIES CLIMATIQUES

FR0300837

JOURNEE TECHNIQUE COSTIC

CHAUFFAGE THERMODYNAMIQUE ET CLIMATISATION DANS L'HABITAT

(les pompes à chaleur, les planchers chauffants-rafraîchissants)

MASTER

LES PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS

Frédéric BONNEFOI (COSTIC)

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.

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.

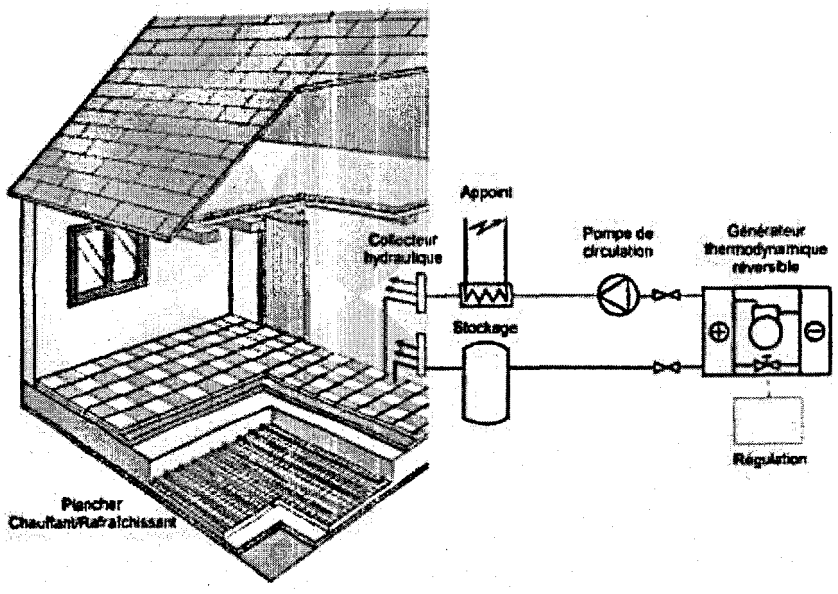
PRESENTATION DU SYSTEME

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.

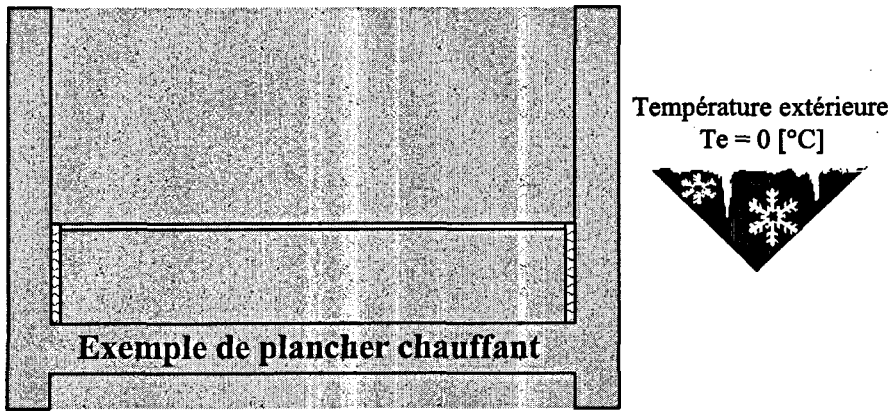
Ainsi, avec un fluide chaud, le plancher se comporte en émetteur l'hiver, et avec de l'eau rafraîchie en absorbeur durant l'été.



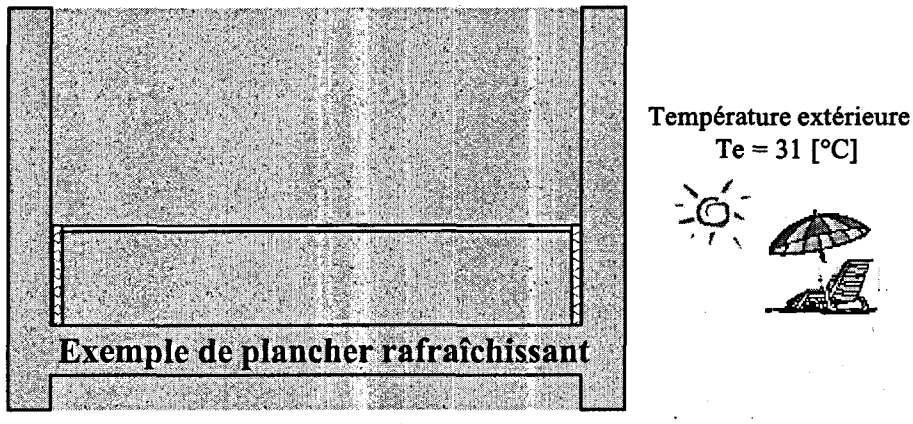
Il consiste principalement en un réseau de tubes noyés dans une dalle d'enrobage et véhiculant une eau dont la température varie selon les besoins et l'usage.

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.

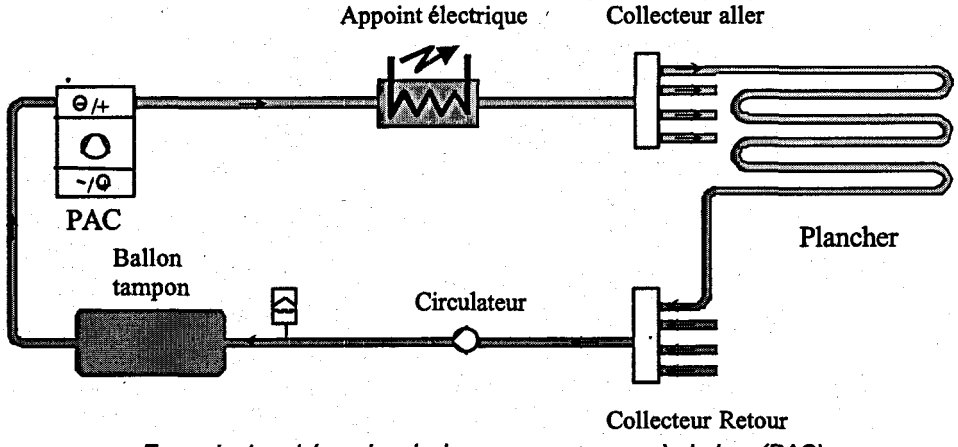
Le plancher chauffant, ayant une température superficielle de sol supérieure à la température ambiante est **un émetteur de chaleur.**



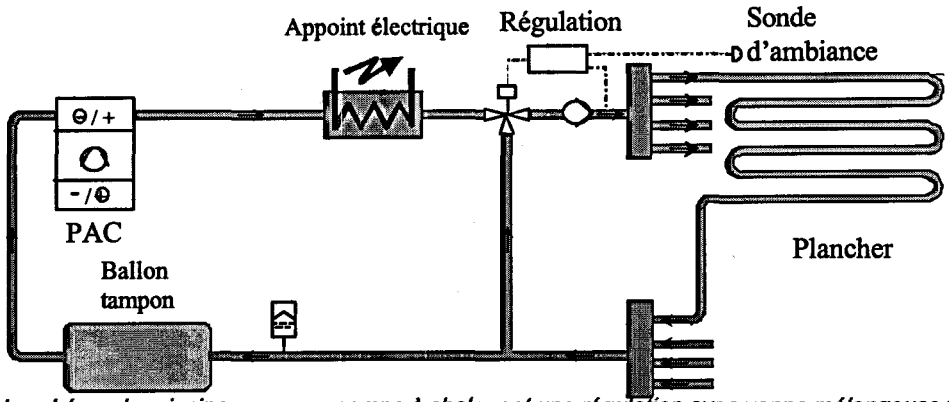
Le plancher rafraîchissant, ayant une température superficielle de sol inférieure à la température ambiante est **un absorbeur de chaleur.**



Les schémas suivants illustrent les différentes configurations de circuits utilisant des PAC réversibles.



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



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

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

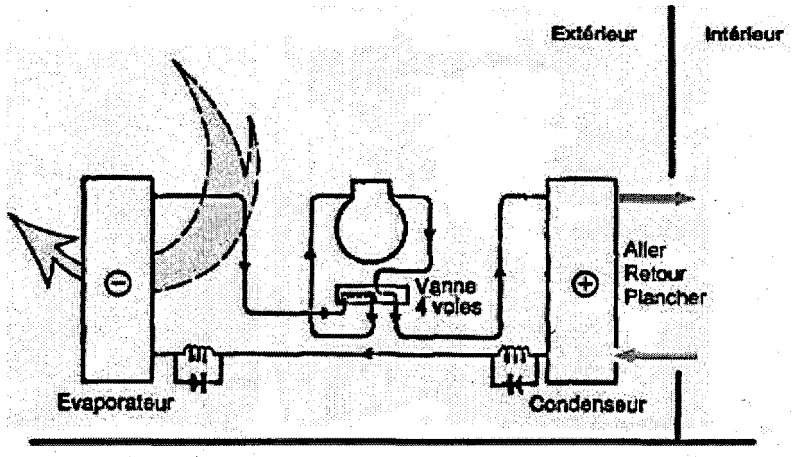
2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION REVERSIBLES DE CHALEUR

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.

La pompe à chaleur

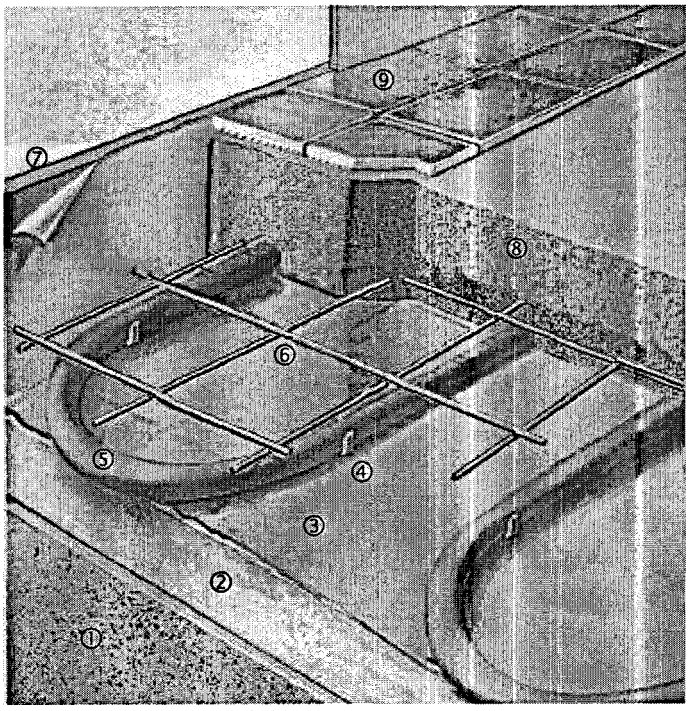
La pompe à chaleur réversible est le groupe froid le plus communément répandu pour la technique de plancher rafraîchissant, les sources chaude et froide étant fournies par le même appareil.
80% des installations sont équipées de ce système.
Dans la majeure partie des cas, il s'agit de PAC air-eau ou eau-eau.



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

3. LE PLANCHER

Composition du plancher réversible :



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

Les isolants :

Trois matériaux sont généralement utilisés :
Polystyrène expansé ; Polystyrène extrudé ; mousse de Polyuréthanne.

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

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 tubes :

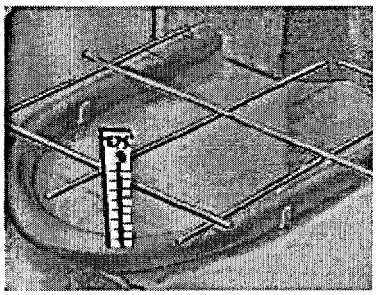
La plupart des tubes sont fabriqués en polyéthylène réticulé (PER). D'autres matériaux tels que le polybutène, le polypropylène ou le cuivre sont aussi parfois mis en œuvre.

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 Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

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 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.

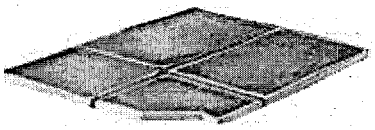
L'isolant périphérique :

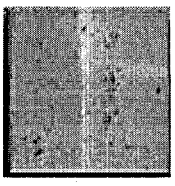
Il permet de désolidariser la dalle flottante des structures verticales du bâtiment et de limiter les déperditions par les bords.

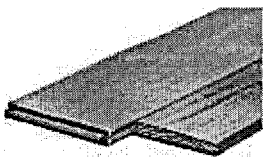
Le revêtement :

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

Peuvent être utilisés :







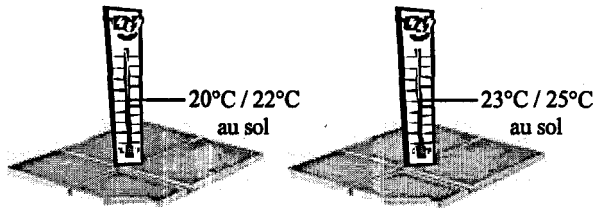
Les carreaux céramiques , dalles de pierre non sensibles à la présence d'humidité, éléments de granit, revêtements plastiques titulaires de la marque NF-UPEC et parquets massifs à coller constitués d'essence de bois exotiques (teck, iroko...) ou d'essences indigènes purgées d'aubier (Chêne, Châtaignier,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

4. LES AVANTAGES DU SYSTEME

☞ 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.



Mode rafraîchissant **Mode chauffage**

☞ 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.

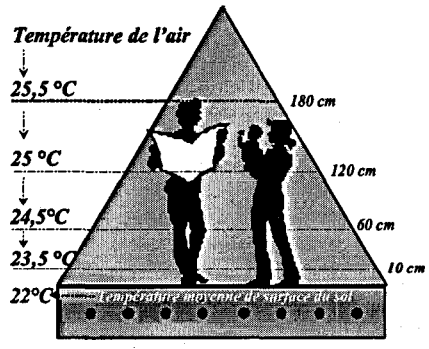
☞ Pas de forts mouvements d'air, ni de soulèvement de poussière

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.

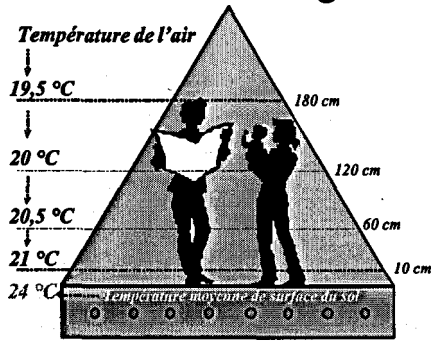
☞ Température ambiante confortable

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.

Mode rafraîchissement



Mode chauffage



☞ 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.

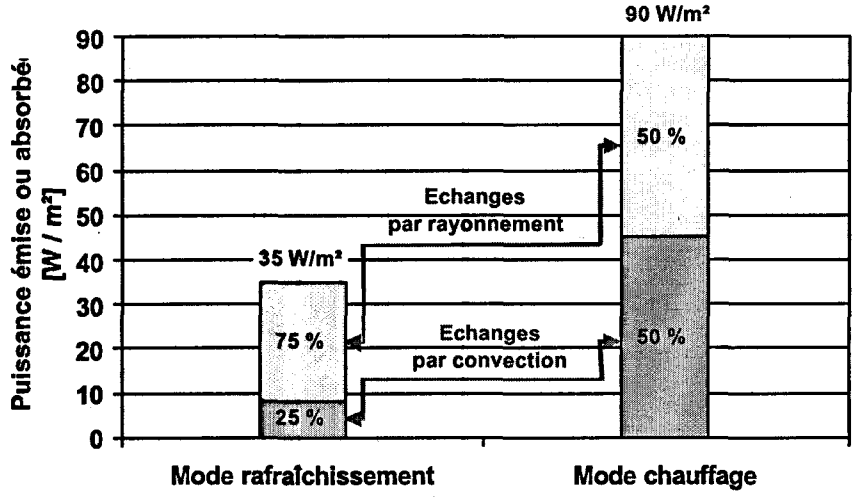
☞ Economique : Coût d'exploitation très favorable

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

5. LES LIMITES DU SYSTEME

☞ 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'usager 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.

☞ 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 Cahier des Prescriptions Techniques. En effet le C.P.T. sur la conception et la mise en œuvre d'un plancher réversibles 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 permet d'éviter le risque de condensation.

6. LA REGULATION

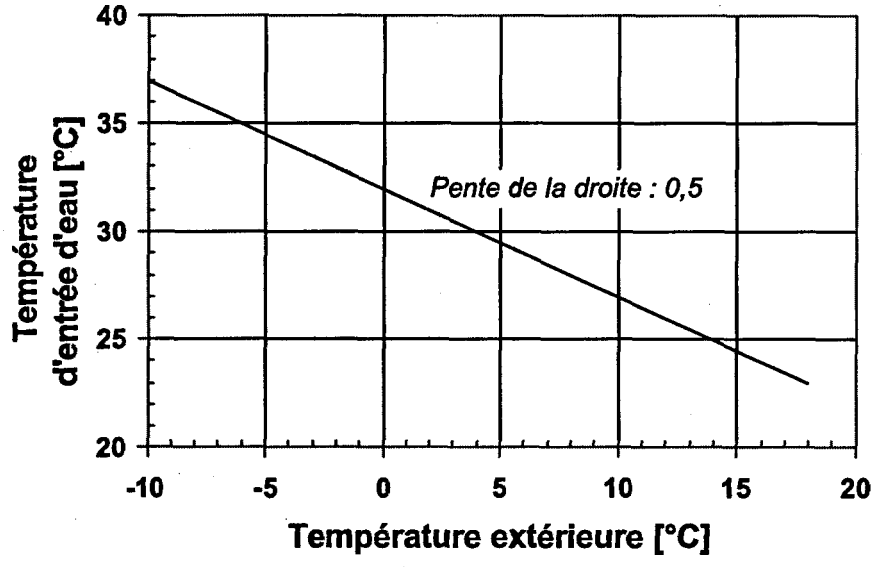
LE PRINCIPE :

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.

Exemple de loi sur la température d'eau d'entrée plancher en fonction de la température extérieure



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

❑ **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.